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

#### ПИЛЯГИНА АНАСТАСИЯ АЛЕКСАНДРОВНА

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИСХОДОВ ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИИ КАТАРАКТЫ ПРИ МИОПИИ ВЫСОКОЙ СТЕПЕНИ НА ОСНОВЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ И ОПТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Специальность: глазные болезни

14.01.07

#### ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель: доктор медицинских наук Фабрикантов Олег Львович

#### Оглавление

ВВЕДЕНИЕ5
ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ12
1.1 Медико-социальная значимость миопии
1.2 Изменения стекловидного тела при миопии и его роль в развитии
витреоретинальных осложнений
1.3 Изменения периферии сетчатки при близорукости и
диагностическая ценность УБМ в визуализации патологии
периферии глазного дна17
1.4 Состояние центральной зоны сетчатки при миопии высокой
степени и информативность ОКТ в диагностике миопических
макулярных поражений22
1.5 Осложненная катаракта при миопии высокой степени и
возможность прогнозирования функциональных результатов
факоэмульсификации33
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ КЛИНИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
2.1 Общая характеристика клинического материала39
2.2 Клинико-функциональные методы обследования
2.3 Техника факоэмульсификации катаракты
2.4 Статистическая обработка данных47
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ С КАТАРАКТОЙ И МИОПИЕЙ
ВЫСОКОЙ СТЕПЕНИ49
3.1 Результаты предоперационного офтальмологического обследования
пациентов

сканирования54
3.2.1.Состояние стекловидного тела до операции54
3.2.2. Состояние стекловидного тела после операции
3.3. Состояние периферического витреоретинального интерфейса по
результатам ультразвуковой биомикроскопии
3.3.1. Состояние периферического витреоретинального интерфейса до операции
3.3.2. Состояние периферического витреоретинального интерфейса после операции
3.4 Изменения витреоретинального интерфейса и центральной зонь
глазного дна, выявленные оптической когерентной
томографией64
3.4.1. Изменения витреоретинального интерфейса и центральной зоны глазного дна до операции
3.4.2. Изменения витреоретинального интерфейса ицентральной зоны глазного дна после операции
ГЛАВА 4. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО
ИСХОДА ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИИ КАТАРАКТЫ У
ПАЦИЕНТОВ С МИОПИЕЙ ВЫСОКОЙ СТЕПЕНИ73
4.1 Изучение взаимосвязи послеоперационной остроты зрения с исходными морфофункциональными параметрами глаз у пациентов с миопией высокой степени
4.1.1. Изучение взаимосвязи послеоперационной остроты зрения с
исходными морфофункциональными параметрами глаз в І группе74

4.1.2. Изучение взаимосвязи послеоперационной остроты зрения с
исходными морфофункциональными параметрами глаз во II
группе76
4.2 Построение прогностических моделей вероятности достижения
определенного уровня остроты зрения после факоэмульсификации
катаракты у пациентов с миопией высокой степени80
4.2.1. Построение прогностических моделей в I группе81
4.2.2. Построение прогностических моделей во II группе84
4.3. Анализ диагностической ценности разработанных прогностических
моделей методом ROC-анализа86
4.3.1. Анализ ROC-кривых для моделей прогноза остроты зрения в I
группе87
4.3.2. Анализ ROC-кривых для моделей прогноза остроты зрения во
II группе94
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> 103
<b>ВЫВОДЫ</b> 113
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ114
<b>СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ</b> 115
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ117
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> 144

#### **ВВЕДЕНИЕ**

Катаракта наиболее является одной ИЗ распространенных хирургических патологий в офтальмологии. Так по данным ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России в 2018г. было выполнено более 80 тысяч операций по поводу катаракты. Другой не менее значимой проблемой в офтальмологии является миопия высокой степени. Широкая распространенность данного заболевания, склонность к прогрессирующему течению и формированию целого ряда осложнений, приводящих к слабовидению и инвалидности, определяют медико-социальную значимость миопической болезни (Аветисов Э.С., 2002; Либман Е.С., 2012). Немаловажным фактором является и то, что осложненная катаракта при миопии высокой степени развивается в 15-55% случаев и возникает на 10 лет раньше, чем при эмметропии и гиперметропии (Захлюк М., 2000; Вещикова В.Н., 2014).

Частота развития близорукости в общей популяции составляет 22,9-39,1% (Hopf S., 2017; Matamoros E. Et al., 2015; Holden B.A. et al., 2016), а в странах Восточной Азии распространенность миопии, по мнению ряда авторов, принимает характер эпидемии и достигает 80-97% (Morgan I.G.et al., 2016; Wu P.C. et al., 2016; Foster P.J. et al., 2014; Verkicharla P.K. et al., 2015; Wong Y.L. et al., 2016). В РФ миопия занимает второе место в структуре детской инвалидности и третье место – в инвалидности всего населения (Либман Е.С., 2006, 2012).

Для осевой миопии высокой степени характерно развитие витреальной деструкции с задней отслойкой стекловидного тела, хориоретинальных дистрофических изменений в центральном и периферических отделах глазного дна, дегенеративных изменений в структурах переднего отдела глаза, проявляющихся возникновением дистрофии радужки, цилиарного тела, помутнений хрусталика и ослаблении связочного аппарата (Аветисов

Э.С., 2002; Тарутта Е.П. с соавт., 2000; Жаров В.В. с соавт., 2008; Анисимова С.Ю., 2009; Иомдина Е.Н., 2015; Сорокин Е.Л., 2015; Соват., 2016).

На сегодняшний день факоэмульсификация хрусталика с имплантацией эластичной заднекамерной интраокулярной линзы является оптимальным методом хирургии осложненной катаракты при высокой миопии (Зуев В.К., 1995; Малюгин Б.Э., 2002; Першин К.Б.,2007;Вещикова В.Н., 2014; Захлюк М., 2000; Копаев С.Ю., 2010; Порханова А.В., 2011;Шелудченко В.М., 2011; Соколов К.В., 2010;Сеtinkaya S. Et al., 2015; Akal A. Et al., 2014).Однако целый ряд авторов отмечает снижение зрительных функций после хирургии катаракты у пациентов с миопией высокой степени, вследствие наличия и прогрессирования витреоретинальных изменений в центральной зоне и на периферии глазного дна (Астахов Ю.С., 2009; Шкворченко Д.О., 2002; Ripandelli G. Et al., 2003; Miao P.J. et al., 2009).

таких Появление высокоинформативных методов исследования структур глаза, как оптическая когерентная томография и ультразвуковая биомикроскопия, расширить границы диагностических позволило возможностей офтальмологии эффективность И повысить профилактическихи лечебных мероприятийпо осложнений поводу факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ у пациентов с миопией высокой степени. Метод ОКТ обладает наибольшей разрешающей способностью для визуализации микроструктурных изменений макулярной зоны при различной офтальмопатологии (Шпак А.А., 2005-2019; ЩукоА.Г. с соавт., 2004; Огородникова С.Н., 2010; Клепинина О.Б., 2014; Panozzo G., 2004-2008; Puliafito C., 1996; Huang D., 1991),в том числе при высокой близорукости (Аветисов С.Э. с соавт., 2015; Егорова Э.В. с соавт., 2011; Coppe A.M. et al., 2003; Ng D.S. et al., 2016). Разрешающая способность ультразвуковой биомикроскопии ниже, чем ОКТ, однако метод имеет свои преимущества, которые заключаются возможности выполнения исследования оптически невидимых структур переднего отдела глазного

яблока, в том числе при ригидном зрачке и нарушении прозрачности хрусталика (Егорова Э.В., 2004; Рябцева А.А., 2014). Тем не менее, применение УБМ для оценки периферии сетчатки и преретинального стекловидного тела отражено в единичных публикациях (Винник Н.А., 2014; Кислицына Н.М., 2003; Pavlin C.J., 2003).

Сочетание осложненной катаракты с миопией высокой степени не всегда возможность предсказать визуальные дает исходы факоэмульсификации с имплантацией ИОЛ из-за возможного наличия патологических изменений в центральной области сетчатки, поэтому прогностических актуальным представляется поиск критериев эффективности хирургического лечения катаракты при миопии высокой степени современных высокоинформативных c помощью методов диагностики. Вышеизложенное обусловило актуальность, целесообразность и своевременность проведения настоящих исследований, определило их цель и задачи.

#### Цель исследования

Разработать методику прогнозирования функциональных исходов факоэмульсификации катаракты при миопии высокой степени на основе анализа анатомо-топографических параметров глазного яблока и витреоретинального интерфейса с помощью ультразвуковых и оптических методов исследования.

#### Задачи исследования

1. Изучить ультразвуковыми методами исследования состояние стекловидного тела и периферического витреоретинального

- интерфейса до и после неосложненной факоэмульсификации катаракты различной степени зрелости у пациентов с миопией высокой степени.
- 2. Оценить методом оптической когерентной томографии изменения витреоретинального интерфейса центральной зоны глазного дна до и после неосложненной факоэмульсификации начальной и незрелой катаракты при миопии высокой степени.
- 3. Выявить взаимосвязь послеоперационной остроты зрения с исходными морфофункциональными параметрами глаз с катарактой различной степени зрелости и миопией высокой степени.
- 4. Разработать прогностические модели вероятности достижения определенного уровня остроты зрения после факоэмульсификации катаракты различной степени зрелости в сочетании с миопией высокой степени.
- 5. Оценить диагностическую ценность разработанных прогностических моделей вероятности достижения определенного уровня остроты зрения после факоэмульсификации катаракты различной степени зрелости у пациентов с миопией высокой степени.

#### Научная новизна

- 1. Впервые основании полученных на данных, при помощи ультразвуковых и оптических методов исследования витреоретинального интерфейса, проведенного корреляционного разработан И анализа диагностический алгоритм комплексного дооперационного обследования, позволивший определить предикторы послеоперационной остроты зрения у пациентов с катарактой различной степени зрелости и миопией высокой степени.
- 2. Впервые разработана методика прогнозирования остроты зрения у пациентов после факоэмульсификации катаракты в сочетании с миопией

высокой степени с использованием регрессионного анализа выявленных предикторов и построения математических моделей, на основании которых создана компьютерная программа, производящая автоматизированный расчет прогнозируемой остроты зрения.

#### Практическая значимость результатов исследования

Разработанная методика прогнозирования и созданная на ее основе компьютерная программа позволяют с высокой точностью определить группы пациентов с низкими и высокими визуальными прогнозами после хирургии катаракты при миопии высокой степени, что дает возможность принять решение о целесообразности и оправданности проведения факоэмульсификации катараты, учитывая повышенный риск интра- и послеоперационных осложнений при данной офтальмопатологии, определить дальнейшую тактику лечения и динамического наблюдения, а также своевременно осуществлять профилактику ретинальных осложнений, что будет способствовать повышению эффективности медико-социальной реабилитации пациентов с катарактой и миопией высокой степени.

#### Основные положения, выносимые на защиту

- 1. Разработанная методика прогнозированияпослеоперационной остроты зрения у пациентов с катарактой и миопией высокой степени, включающая математическое моделирование вероятности достижения определенного уровня остроты зренияпосле факоэмульсификации, позволяет достигать предсказуемых функциональных результатов и обладает высокой диагностической ценностью.
- 2. Разработанный диагностический алгоритм комплексного дооперационного обследования витреоретинального интерфейса с помощью

ультразвуковых (ультразвуковая биомикроскопия, ультразвуковое Всканирование) и оптических (оптическая когерентная томография) методов исследования дает возможность выявить предикторы послеоперационной остроты зрения.

#### Внедрение в практику

Разработанные прогностические модели вероятности достижения определенного функционального результата y пациентов после факоэмульсификации катаракты различной степени зрелости в сочетании с высокой степени и компьютерная миопией программа для расчета послеоперационной остроты зрения внедрены в научно-клиническую и практическую деятельность Тамбовского, Новосибирского, Калужского филиалов ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова» Минздрава РФ, в педагогическую деятельность кафедры офтальмологии медицинского института ФГБОУ BO «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина».

#### Степень достоверности и апробация результатов

Результаты исследования опубликованы в научных изданиях, рецензируемых ВАК РФ.

Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на XI — XII Всероссийской научной конференции молодых ученых с международным участием «Актуальные проблемы офтальмологии» (Москва, 2016, 2017); Международной конференции по офтальмологии «Восток-Запад» (Уфа, 2017); еженедельной научно-клинической конференции ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза им. акад. С.Н.Федорова» Минздрава России (Москва, 2016, 2017, 2018), Заседании Тамбовского Регионального

Общества офтальмологов России (Тамбов, 2018); VIII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы практического здравоохранения» (Тамбов, 2019).

#### Публикации

По теме диссертации опубликовано 11 печатных работ, из них 4 в центральной печати.Получены 1 патент РФ (№2704098, RU) и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ (№2019661577, RU). Подана 1заявка на патент РФ на изобретение (№2018145824, RU), по заявке №2018145824 принято решение о выдаче изобретение. Ha основании результатов патента на проведенных исследований разработан интерактивный образовательный модуль в рамках непрерывного медицинского образования.

#### Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 150-ти листах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, трех глав собственных исследований, заключения, выводов, списка литературы и приложения. Работа иллюстрирована 32-мя рисунками, 14-тью таблицами. Список литературы содержит 102 отечественных и 128 иностранных источников.

#### Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

#### 1.1. Медико-социальная значимость миопии

Миопия является наиболее распространенной причиной нарушения зрения во всем мире. Частота развития данного заболевания в общей популяции составляет 23-39% [143-145, 170]. Примечательно, что в странах Восточной Азии распространенность этой патологии, по мнению ряда авторов, принимает характер эпидемии и достигает 80-97% [129, 177, 216, 220, 223]. В РФ миопия занимает второе место в структуре детской инвалидности и третье место – в инвалидности всего населения [44, 45]. Близорукость высокой степени является причиной слепоты и слабовидения в 12% случаев, в 26% случаев приводит к инвалидности у детей и в 19% - у взрослых [44, 45].

Анализ заболеваемости миопией в Тамбовской области по первичной обращаемости в Тамбовский филиал МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н.Федорова Минздрава России за период с 2007 по 2016 гг. показал увеличение заболеваемости миопией. Так в 2007 г. данный показатель составил 1,2на 1000 населения. А в 2016 г. наблюдался максимальный рост заболевания и в результате показатель заболеваемости миопией составил 3,68 [58]. Следует отметить, что тенденция к увеличению числа людей, страдающих близорукостью, наблюдается во всех странах. Так к 2050 г. прогнозируют, что 4758 млн человек будут страдать близорукостью (50% мирового населения), в том числе 938 млн человек миопией высокой степени (10% мирового населения) [143].

Научные исследования подтвердили, что миопия является многофакторным заболеванием, в этиологии которого играет важную роль взаимодействие генетических и экологических факторов [130, 216]. Так с помощью молекулярной генетики Young T.L. et. al. (1998) подтвердил

генетическую гетерогенность данного заболевания. Для аутосомнодоминантной формы патологической миопии был картирован локус в хромосоме 18р11.31. Также автор отметил выраженную связь миопии высокой степени со вторым локусом в хромосоме 12q21-23 [96]. Кроме того, в течение последних двух лет открыто более 20 генных локусов, ассоциированных с миопией, охватывающих все хромосомы [27, 199]. Дальнейшие исследования генома могут помочь в изучении механизмов патофизиологии близорукости и развития глаза.

К факторам окружающей среды, способствующим развитию миопии, относятся длительная зрительная работа на близком расстоянии, недостаточное время, проведенное на открытом воздухе, неадекватная освещенность [177, 201, 202, 216], низкий уровень витамина D [157] и несбалансированное питание [130].

Важно отметить, что по мере прогрессирования близорукости и развития миопии высокой степени происходит генерализация патологического процесса с вовлечением стекловидного тела, сетчатки, хориоидеи, склеры, хрусталика, с нарушением гидро- и гемодинамики, трофики и биомеханики тканей глазного яблока [3, 28, 32, 74].

### 1.2 Изменения стекловидного тела при миопии и его роль в развитии витреоретинальных осложнений

При развитии близорукости закономерные изменения претерпевает стекловидное тело. При миопии высокой степени его вовлечение в патологический процесс происходит в большинстве случаев и проявляется развитием витреальной деструкции, отслойкой задней гиалоидной мембраны, появлением коллапса стекловидного тела.

В стекловидное тело образовано специализированной норме соединительной тканью, которая представлена клеточными дифферонами различными по происхождению и функциям и межклеточным матриксом, состоящим из гелеобразного вещества, в которое погружены фибриллы правильно организованного коллагеноволокнистого остова [37, 70, 175]. Морфологическое разнообразие клеточного состава стекловидного тела представлено веретеновидными клетками, связанными с коллагеновым остовом стекловидного тела и напоминающими Мюллеровы клетки сетчатки; клетками, свободно располагающимися в витреуме и напоминающими фибробласты и фиброциты рыхлой волокнистой соединительной ткани; клетками, морфологически соответствующими лейкоцитарному пулу, а также различными дифферонами стволовых клеток [19, 25, 69, 70]. Таким образом, стекловидное тело представляет собой сложно организованную структуру, выполняющую множество функций.

Научные работы Worst (1977-1995) внесли большой вклад в изучение структурной организации стекловидного тела человека. Ученый впервые описал мешкообразные полости витреума — цистерны, имеющие четкую локализацию. С помощью красителей он выделил ретроцилиарные цистерны, располагающиеся в виде кольца в области базиса витреума в проекции цилиарного тела, кольцо экваториальных цистерн и кольцо петалиформных цистерн, находящихся в толще стекловидного тела. Помимо цистерн в структуре витреума обнаружены премакулярная сумка и препапиллярное пространство, а также каналы стекловидного тела [5, 224, 225].

Работы Worst по изучению архитектоники стекловидного тела глаза человека продолжила Махачева З.А. (1994). Результаты ее исследований доказали наличие обменно-транспортной системывитреума, обеспечивающей направленную циркуляцию жидкости В стекловидном теле И поддерживающей метаболический и гидродинамический балансы между передними отделами стекловидного тела посредством И задними

интравитреальных Лентико-макулярный сообщает каналов. канал ретролентальное пространство с премакулярной сумкой. Оптико-цилиарный препапиллярное пространство ретроцилиарными канал связывает цистернами преимущественно передне-носового сегмента [53, 54]. Наличие лентико-макулярного канала дает возможность объяснить патологический механизм возникновения осложненных катаракт при различной макулярной патологии и развития послеоперационных макулярных осложнений после экстракции катаракты [5].

В настоящее время наличие задней гиалоидной мембраны как самостоятельной оболочки стекловидного тела не вызывает сомнения в научном мире. Kroll P. и Hesse L. (1995) изучили ее морфологию и выделили следующие элементы: мембраноподобную структуру, состоящую из волокон коллагена, гиалоциты, витреоретинальную поверхность из фибронектина и ламинина (белков экстрацеллюлярного матрикса) [156].

Патология стекловидного тела при миопии носит схожий характер с инволюционными витреальными изменениями, однако миопический процесс ускоряет возрастные проявления в витреуме. В миопическом глазу происходит нитчатая деструкция фибриллярного каркаса вследствие распада и склеивания волокон в грубые пучки – витреосинерезис. Параллельно идет процесс разжижения (синхизис) стекловидного тела за счет перехода гиалуроновой кислоты из гелеобразной фракции в жидкую. Синхизис начинается в центральных отделах витреума, в дальнейшем процесс распространяется на периферические кортикальные слои.В основании стекловидного тела разжижения, как правило, не происходит. В результате в миопическом глазу образуются патологические полости и увеличивается подвижность измененного стекловидного тела, что может приводить к возникновению витреоретинальных тракций. На фоне разжижения витреума ослабляется витреоретинальная адгезия, остаточные витреальные массы сжимаются в объеме и отслаиваются от подлежащей сетчатки с развитием

коллапса стекловидного тела и задней отслойки гиалоидной мембраны. При этом между задней гиалоидной мембраной и внутренней пограничной мембраной сетчатки образуется полость, заполненная водянистой влагой [3, 19, 26, 48, 88, 176, 204].

Важно отметить, что миопическая деструкция стекловидного тела мере прогрессирования близорукости и длительности заболевания. При миопии высокой степени она характеризуется нарушением нормальных топографических взаимоотношений стекловидного тела с сетчатой оболочкой и диском зрительного нерва, что проявляется отслойкой мембраны, задней гиалоидной повышенной развитием коллапса, подвижностью стекловидного тела, следствием чего могут являться контузионно-тракционные воздействия на сетчатку [52, 54]. Согласно исследованию Махачевой З.А., возникновение коллапса стекловидного тела указывает на повреждение премакулярной сумки и выход жидкой фракции витреума, переполнявшей цистерны, в ретровитреальное пространство [54].

Результаты многочисленных исследований подтвердили, что задняя отслойка стекловидного тела достоверно чаще наблюдается при осевой миопии, чем при других типах рефракции. Кроме того, у миопов ЗОСТ развивается в более молодом возрасте, примерно на 10 лет раньше [14, 21, 68, 73]. Частота ЗОСТ при миопии высокой степени, по литературным данным, варьирует от 52 до 95% [54, 68, 194]. По наблюдениям ряда авторов, отслойка задней гиалоидной мембраны и деструкция стекловидного тела приводят к снижению контрастной чувствительности и оказывают негативное влияние на качество жизни пациентов [137, 169].

### 1.3 Изменения периферии сетчатки при близорукости и диагностическая ценность УБМ в визуализации патологии периферии глазного дна

Для осевой миопии закономерными являются изменения витреоретинального интерфейса на периферии глазного дна. На фоне растяжения оболочек глазного яблока при близорукости снижается гемодинамика в центральной артерии сетчатки [74, 75, 101, 102], а также в системе задних коротких цилиарных артерий [74, 75, 89]. Гемодинамическим и биомеханическим нарушениям отводится ведущая роль в патогенезе развития периферических витреохориоретинальных дистрофий [6, 23, 61, 62, 152]. Согласно периферических литературным данным, частота дистрофических поражений сетчатки при миопии высокой степени составляет 56-67% [117, 154, 159, 214].

Изменениям витреоретинальных взаимоотношений на фоне ПВХРД придается большое значение в развитии отслойки сетчатки. Наличие ЗОСТ и участков витреоретинальной адгезии в зоне базиса стекловидного тела и периферии глазного дна приводит к возникновению тракций сетчатки, ретинальных разрывов и в дальнейшем к регматогенной отслойке сетчатки [40, 88]. При осевой миопии высокой степени увеличенная витреальная полость и повышенная подвижность стекловидного тела усугубляют тракционное воздействие на сетчатку со стороны витреума. Частота отслойки сетчатки среди пациентов, страдающих миопией, составляет 8-16% [3, 188], причем после хирургии катаракты у данной категории пациентов риск развития отслойки сетчатки возрастает до 25% [125, 175, 196, 198].

 $\mathbf{O}$ связи стекловидного тела c разрывами сетчатки И хориоретинальными дистрофиями указывала Махачева З.А. (1994-2006). Автор обнаружила патологические канальцы в стекловидном теле, а именно ретроцилиарных цистернах витреума, которые открываются непосредственно в участках хориоретинальной дистрофии и ретинальных разрывов, что подтверждает роль стекловидного тела в активном метаболизме с сетчатой оболочкой глазного яблока [54].

Согласно классификации Иванишко Ю.А. (2003), периферические дистрофии подразделяются на периферические хориоретинальные дистрофии и периферические витреохориоретинальные дистрофии (ПВХРД) в зависимости от участия стекловидного тела в дегенеративном процессе [31].

Периферические дегенерации сетчатки при миопии включают широкий диапазон поражений. По частоте встречаемости они распределяются следующим образом: решетчатая дистрофия от 5 до 40%; витреальные пучки от 7 до 37%; периферическая микрокистозная дегенерация от 5 до 25%; ретиношизис от 2 до 22%; дистрофия по типу «булыжной мостовой» от 4 до 18%; дистрофия «след улитки» до 16%; «белое без вдавления» от 11 до 16%; ретинальные отверстия от 1 до 13%; ретинальный разрыв с отслойкой от 4 до 5%; патологическая пигментация от 3 до 6% [10, 46, 85, 112, 117, 159, 214]. Таким образом, при близорукости преобладают прогностически опасные формы периферических дистрофий, повышая риск развития отслойки сетчатки.

Баринова К.О. (2008) изучила взаимосвязь возраста пациентов с миопической рефракцией и характера ПХРД [9]. Автор установила, что в возрасте 15-25 лет преобладает дистрофия «след улитки» (22%), в возрасте 26-35 лет – дистрофия по типу «булыжной мостовой» (23%), в возрасте 36-45 лет – разрыв сетчатки (21%), в возрасте 46-65 лет – дистрофия по типу «булыжной мостовой» (24%) и очаги Гартнера (24%).

В ряде работ отмечается, что миопические изменения на крайней периферии глазного дна находятся в определенной зависимости от переднезадней оси глаза, степени близорукости [110, 117, 159, 195].

Высокая частота отслойки сетчатки, ассоциированной с миопией, и роль ПВХРД в ее развитии обуславливают необходимость ранней диагностики периферических дистрофий у пациентов с близорукостью. Однако низкий уровень выявления данной патологии (14%) свидетельствует о необходимости улучшения и совершенствования методов диагностики на ранних стадиях заболевания [66, 85, 195].

Оптическая когерентная томография является современным перспективным методом в диагностике ПВХРД. Применение ОКТ для визуализации периферии сетчатки позволяет получить информацию о толщине сетчатки, ее морфологических изменениях при ПВХРД, состоянии витреоретинального интерфейса, а именно о наличии адгезии стекловидного тела и характере витреоретинальных тракций [39, 60, 93]. Шаимов Р.Б. с соавт. (2016) с помощью ОКТ выделил риск-формы периферических дистрофий, приводящих к развитию регматогенной отслойки сетчатки, и определил показания к периферической лазерной коагуляции сетчатки по результатам ОКТ [92].

Применение данного метода диагностики ограничено в силу ряда причин. Исследование периферии сетчатки с помощью ОКТ — достаточно трудоемкий процесс, требующий определенных навыков у оператора и пациента, так как технические возможности прибора были разработаны для визуализации заднего полюса глаза, а не экватора и периферии глазного дна [66]. К тому же исследование невозможно выполнить при помутнении оптических сред глаза и отсутствии максимального медикаментозного мидриаза.

Наряду с ОКТ, ультразвуковая биомикроскопия представляет собой один из высокоинформативных методов диагностики. Pavlin C.J. с соавторами (1990) являются разработчиками метода, доказавшими его диагностическую ценность при заболеваниях переднего сегмента глаза, цилиарного тела, периферии сетчатки [192].

В офтальмологической практике УБМ широко применяется для микровизуализации in vivo структур переднего отдела глаза как в норме, так и при различной патологии [84, 99, 192]. Однако применение метода для оценки периферии сетчатки и преретинального стекловидного тела отражено в единичных публикациях.

Так, LiuW. (1993) использовали УБМ для выявления отслойки сетчатки и ее рецидива при передней пролиферативной ретинопатии после витреоретинального вмешательства [167].

Кислицына Н.М. (2003) доказала информативность метода УБМ в предоперационной диагностике последствий проникающих осколочных глазных ранений. Использование УБМ у пациентов с данной патологией позволило автору оценить степень выраженности передней пролиферативной витреоретинопатии, определить локализацию и высоту посттравматической отслойки цилиарного тела, состояние периферии сетчатки и прилежащего стекловидного тела, размеры и топографию внутриглазного инородного тела в пред- и послеоперационном периодах [36].

Амбарцумян А.Р. (2011) провела оценку возможностей УБМ в диагностике кист плоской части цилиарного тела. Исследование автора подтвердило наличие единого патогенетического механизма образования кист плоской части цилиарного тела и периферии сетчатки, в основе которого лежит микрокистозная дегенерация.Об этом свидетельствуют ультразвуковые находки периферического ретиношизиса у пациентов с кистами плоской части цилиарного тела [1].

Шамбра С.В. с соавт. (2014) представили клинический случай рецидивирующего гемофтальма при клапанном разрыве сетчатки на фоне УБМ сенильного ретиношизиса. При ЭТОМ позволила обнаружить периферический разрыв сетчатки И сенильный периферический ретиношизис, диагностированные традиционными методами не

исследования, за счет наличия ограниченного мидриаза и гемофтальма у пациента [94].

Винник Н.А. (2014) провела исследование акустической симптоматики изменений крайней периферии сетчатки и прилежащего стекловидного тела с помощью УБМ при различной глазной патологии [18]. Автор обнаружила изменения периферической зоны сетчатки при первичной открытоугольной далекозашедшей глаукоме в 100% случаев (13 глаз), при начальной катаракте у пациентов с миопией в 93% случаев (14 глаз), при периферических хориоретинальных дистрофиях в 85% случаев (28 глаз), при начальной катаракте у пациентов с макулярной патологией в 96% случаев (28 глаз). Морфологическое исследование, проведенное автором, позволило расценить УБМ-изменения диагностированные сетчатки периферический как ретиношизис. Винник Н.А. (2014) разработала классификацию УБМизменений периферии сетчатки, согласно которой [18]:

- Начальные УБМ-изменения периферии сетчатки представляют собой включения размерами 50-500 мкм, с проминенцией в стекловидное тело до 500 мкм;
- Прогрессирование процесса проявляется локальным расслоением сетчатки с проминенцией в витреальную полость до 500 мкм и размерами 50-500 мкм;
- Выраженные изменения характеризуются расщеплением сетчатки протяженностью от одного сегмента до полной окружности, с проминенцией в витреальную полость более 500 мкм.

Поражение периферии сетчатки при миопии достаточно частое явление, которое угрожает развитием отслойки сетчатки и потерей зрительных функций и диктует необходимость ранней диагностики. Ультразвуковая биомикроскопия позволяет получить информацию о состоянии периферической зоны сетчатки и прилежащего стекловидного

тела у пациентов с миопией высокой степени и катарактой в тех случаях, когда традиционные методы исследования малоинформативны (при наличии катарактальных помутнений хрусталика, на фоне ригидного зрачка).

## 1.4. Состояние центральной зоны сетчатки при миопии высокой степени и информативность ОКТ в диагностике миопических макулярных поражений

Осевому удлинению глазного яблока при миопии высокой степени, приводящему к изменениям биомеханических свойств склеры, формированию задней стафиломы, гемодинамических и метаболических нарушений в сетчатой и сосудистой оболочках, отводится ключевая роль в развитии патологических изменений центральных и периферических отделов глазного дна [119, 218].

Изменения макулярной зоны на фоне близорукости отличаются полиморфизмом патологических проявлений, что обуславливает множество классификаций миопической макулопатии [2, 27]. Последняя классификация, предложенная в 2015 г. (The International Photographic Classification of Myopic Maculopathy) включает 5 категорий[188]:

- 1. Категория 0 нет миопического дегенеративного поражения сетчатки;
- 2. Категория 1 мозаичное глазное дно (Tessellated Fundus);
- 3. Категория 2 диффузная хориоретинальная атрофия (Diffuse Chorioretinal Atrophy);
- 4. Категория 3 пятнистая хориоретинальная атрофия (Patchy Chorioretinal Atrophy);
- 5. Категория 4 макулярная атрофия (Macular Atrophy).

К этим категориям были определены 3 дополнительных признака: лаковые трещины, миопическая хориоидальная неоваскуляризация, пятно Фукса [188].

Центральные хориоретинальные изменения при патологической миопии, такие как лаковые трещины, хориоидальная неоваскуляризация, хориоретинальная атрофия, являются следствием растяжения заднего полюса глаза. Лаковые трещины представляют собой линии разрывов мембраны Бруха, обнаруживаются в глазах с величиной переднезадней оси более 26,00 мм и встречаются с частотой 0,3-6% [77, 115, 162, 187, 218].

С появлением технологии оптической когерентной томографии расширились диагностические возможности визуализации и количественной оценки толщины хориоидеи in vivo, не доступные другим методам исследования, таким как ангиография с индоцианином зеленым и ультразвуковое В-сканирование [7, 11, 22, 207].

Так, Margolis R. и Spaide R.F. (2009) провели пилотное исследование по изучению хориоидеи с помощью спектральной оптической когерентной томографии и установили, что максимальная толщина сосудистой оболочки определяется субфовеолярно и имеет среднее значение в норме в диапазоне 272-287 мкм [170]. Толщина хориоидеи уменьшается к периферии от фовеолы с височных и назальных сегментов неравномерно, при этом с назальной стороны хориоидея тоньше [86, 170]. Данные топографические особенности толщины хориоидеи подтверждаются гистологическими исследованиями [7, 19].

Истончение хориоидеи — закономерное явление для осевой миопии. Сосудистая оболочка выполняет метаболическую функцию и обеспечивает кислородом и питательными веществами пигментный эпителий и слой фоторецепторов [7, 141, 164]. Существуют гипотезы, согласно которым хориоидальное истончение может приводить к ретинальным гипоксическим

изменениям, что с одной стороны вызывает высвобождение фактора роста эндотелия сосудов, который играет роль в развитии миопической хориоидальной неоваскуляризации, а с другой стороны вызывает апоптоз фоторецепторов и пигментного эпителия, что приводит к формированию зон атрофии и значительно снижает зрительные функции [43, 174, 218].

Многочисленные научные работы подтвердили наличие тесной взаимосвязи между толщиной хориоидеи и различными миопическими патологическими поражениями, а именно лаковыми трещинами, миопической хориоидальной неоваскуляризацией, задней стафиломой, хориоретинальной атрофией [127, 142, 148, 150, 220, 221]. Этим обусловлен интерес к изучению состояния сосудистой оболочки при дегенеративной миопии.

В зарубежных и отечественных научных работах отражено наличие обратной корреляционной связи между хориоидальной толщиной и миопической рефракцией [7, 134, 221], и величиной переднезадней оси глаза [46, 69,70]. Установлено, что субфовеальная толщина сосудистой оболочки уменьшается на 8,7-18 мкм на каждую диоптрию миопии [7, 134, 221], увеличение переднезадней оси глаза на 1 мм приводит к истончению хориоидеи на 32 мкм [149].

Патологическое истончение хориоидеи происходит не только в макулярной области при осевой миопии, но и в перипапиллярной зоне, участках хориоретинальной атрофии, задней стафиломе. Результаты исследования Gupta P. (2015) среди молодого населения Сингапура продемонстрировали, что наличие хориоретинальной атрофии и задней стафиломы достоверно снижает толщину хориоидеи в периферийной области на 14,76 и 15,29 мкм соответственно [142].

Следует отметить высокую информативность оптической когерентной томографии-ангиографии и перспективность исследования ретинальной

микрососудистой сети при миопии высокой степени. В ряде работ установлено, что плотность капилляров в поверхностном и глубоком сосудистых сплетениях значительно снижается у пациентов с миопической рефракцией, по сравнению с эмметропией, и отрицательно коррелирует с величиной переднезадней оси в близоруком глазу [108, 161, 229].

Полученные результаты косвенно подтверждают известные ранее данные о гемодинамических нарушениях при миопии. В клинической практике для оценки глазного кровотока применяют метод ультразвуковой допплерографии, который позволяет измерить скоростные показатели кровотока, индекс периферического сопротивления сосудов [13, 33, 35]. Большинство авторов отмечают снижение показателей кровотока в центральной артерии сетчатки [74, 75, 101, 102], системе задних коротких цилиарных артерий [74, 75, 89], причем гемодинамические нарушения находятся в прямой зависимости от степени миопии [126].

Эпиретинальная мембранаявляется достаточно частойпатологией при дегенеративной миопии. Тракции сетчатки, индуцированные эпиретинальной мембраной, или остаточной витреоретинальной адгезией (витреомакулярной тракцией), или их сочетанием, приводят к появлению таких макулярных осложнений патологической миопии, как макулошизис, ламеллярное и сквозное макулярные отверстия, макулярный отек, макулярная отслойка сетчатки. Впервые в 2004 г. Panozzo G. предложил объединить все эти патологические повреждения, индуцированные тракциями со стороны эпиретинальной мембраны или задней гиалоидной мембраны в миопических глазах, термином «миопическая тракционная макулопатия» [190].

Из-за таких характерных морфологических особенностей хориоидеи, сетчатки, витреоретинального интерфейса при дегенеративной миопии, как задняя стафилома, хориоретинальная атрофия, участки гипо- или гиперпигментации ретинального пигментного эпителия, истончение хориоидеи, диагностика миопической тракционной макулопатии на ранней

стадии с применением биомикроскопии, ангиографии, ультразвукового исследования затруднена.

Оптическая когерентная томография является высокоинформативным методом в оценке микроструктурных изменений макулярной области [20, 56, 64, 82, 97, 98, 100, 123, 132], особенно в глазах с высокой близорукостью [2, 7, 24, 67, 79, 80, 87, 109, 121, 182, 190]. Частота эпиретинальной мембраны, выявленной методом ОКТ, при миопии высокой степени составляет 46% [24, 190]. Распространенность ЭРМ, как вторичной, так и идиопатической, по данным разных эпидемиологических исследований, варьирует от 2 до 19% [63, 78, 118, 172, 181, 228]. Одним из факторов риска формирования ЭРМ считают внутриглазные оперативные вмешательства, особенно при катаракте и отслойке сетчатки, частота которой составляет до 9% и до 47% соответственно [63, 131].

Гистологические исследования эпиретинальных мембран, удаленных в процессе витреальной хирургии, определили в составе ЭРМ разнообразный спектр клеток. ЭРМ представлена следующими типами клеток и их различной комбинацией: фиброциты, фиброзные астроциты, клетки Мюллера, клетки глии сетчатки, клетки ретинального пигментного эпителия, миофиброциты, гиалоциты, макрофаги и воспалительные клетки [63, 77, 174, 183]. Идентификация данных типов клеток сложна, так как все они обладают способностью к метаплазии [191].

На сегодняшний день отсутствует единая теория патогенеза ЭРМ. Существующие представления о закономерностях развития эпиретинальной мембраны можно разделить на две гипотезы [63]:

1. Частичная или полная отслойка задней гиалоидной мембраны приводит к появлению дефектов во внутренней пограничной мембране, через которые происходит миграция глиальных клеток сетчатки на

- ретинальную поверхность, их пролиферация с формированием фиброзной мембраны [34];
- 2. Гиалоциты, содержащиеся в задних кортикальных слоях стекловидного тела на расстоянии 20-50 мкм от ВПМ [203], мигрируют на поверхность сетчатки и участвуют в синтезе коллагена, что приводит к развитию ЭРМ [172].

Формирование ЭРМ — это сложный патологический процесс, развивающийся на границе витреоретинального интерфейса, с участием большого количества молекулярных механизмов, обеспечивающих миграцию, пролиферацию и способность к сокращению разнообразных типов клеток. В патогенезе ЭРМ определенную роль играет образование ЗОСТ, как возможный фактор микротравматизации внутренней пограничной мембраны сетчатки. Установлено, что у пациентов с эпиретинальной мембраной в 75% случаев обнаруживается отслойка задней гиалоидной мембраны [63, 193].

При миопии высокой степени дефекты ВПМ могут встречаться даже при отсутствии ЗОСТ в участках истончения оболочек при формировании задней стафиломы, миопического конуса вокруг диска зрительного нерва, в зонах хориоретинальных дистрофий [54, 67]. Помимо этого предполагают, что фовеа и зона крупных кровеносных сосудов в слое нервных волокон сетчатки, где толщина ВПМ минимальная, являются возможными точками выхода для миграции клеток, участвующих в эпиретинальной клеточной пролиферации [205]. Пролиферирующие клетки пигментного эпителия сетчатки часто обнаруживаются в составе ЭРМ при отсутствии разрывов сетчатки и хирургических вмешательств, что подтверждает мнение о способности клеток ПЭ мигрировать через интактную сетчатку [63]. При изучении ультраструктуры ВПМ, удаленных в ходе витреоретинальных операций по поводу макулярного отверстия и эпиретинального фиброза, в ряде работ указывается на наличие микропор в ВПМ [81, 131]. Однако требует дальнейшего изучения вопрос происхождения и функционального

значения этих микропор: являются ли они особенностью структурной организации ВПМ, или следствием микротравматизации ВПМ в процессе формирования ЗОСТ, или ятрогенного повреждения во время ее пилинга.

Проведенные исследования показали, что задние кортикальные слои стекловидного тела имеют ламеллярную организацию коллагеновых фибрилл [203]. По данным сканирующей электронной микроскопии при формировании ЗОСТ в 44% случаев на поверхности фовеа обнаруживаются остатки задних кортикальных слоев стекловидного тела [205]. Данное патологическое расщепление кортекса стекловидного тела обозначено термином «витреошизис» [143].

Витреошизис играет важную роль в развитии такой патологии витреоретинального интерфейса, как эпиретинальная мембрана [135], целофановая макулопатия, макулярное отверстие [205, 206]. С помощью ОКТ витреошизис обнаружен у 53% и 42% пациентов с макулярным отверстием и целофановой макулопатией соответственно [143]. В зависимости от уровня расщепления витреошизис может оказывать различные воздействия на витреоретинальный интерфейс. Если патологическое расщепление заднего кортекса стекловидного тела происходит выше 20-50 мкм над ВПМ сетчатки, т.е. выше уровня расположения гиалоцитов, витреошизис формирует относительно толстую клеточную мембрану, сокращение которой вызывает развитие целлофановой макулопатии (macularpucker). Разделение задних кортикальных слоев ниже уровня расположения гиалоцитов приводит к формированию относительно тонкой гипоцеллюлярной эпиретинальной мембраны, тангенциальные тракции которой могут вызывать развитие макулярного отверстия, особенно при наличии витреопапиллярной адгезии [203, 205, 206, 219].

Порханова А.В. (2011) провела оценку морфофункциональных нарушений макулярной зоны сетчатки у пациентов с миопией высокой степени, перенесших факоэмульсификацию катаракты, методом ОКТ и

описала 3 стадии развития эпиретинальной мембраны [67]. Представленные стадии ЭРМ характеризуют прогрессирование пролиферативного процесса и расцениваются как проявление контрактуры ЭРМ. Симптоматика контрактуры по данным ОКТ определялась увеличением толщины и оптической плотности мембраны, натяжением ЭРМ с появлением «зубчатой» деформации подлежащей сетчатки, увеличением толщины сетчатки, формированием макулярного отека, ламеллярного и сквозного разрывов [24, 67].

Клиническая картина ЭРМ связана с морфологическими изменениями в макулярной зоне, индуцированными самой мембраной, и проявляется снижением максимальной корригированной остроты зрения, метаморфопсиями [34, 64]. На ранних стадиях ЭРМ не вызывает нарушения зрительных функций [34, 64], однако прогрессирование эпиретинального пролиферативного процесса с усилением тракционного воздействия на сетчатку наблюдается в 70% случаев, что приводит к снижению зрительных функций [12, 67].

Макулярный ретиношизис – наиболее частое макулярное повреждение, индуцированное тракциями со стороны ЭРМ при миопической тракционной макулопатии. Частота миопического макулошизиса, согласно литературным данным, варьирует в широком диапазоне от 8 до 67% [107, 162, 190, 200, 226]. Возможно данный факт связан с различными методами диагностики ретиношизиса. Наиболее информативным методом визуализации изменений центральной зоны сетчатки при осевой миопии высокой степени, в частности миопического макулошизиса, признана оптическая когерентная томография [2, 79, 80, 87, 97, 98, 109]. Данный метод позволяет оценить морфологические особенности миопического фовеошизиса, провести морфометрический ретинальный анализ и отследить динамику патологического процесса.

Топографически выделяют следующие типы миопического макулярного ретиношизиса: внешний ретиношизис – при расположении

гипорефлективной полости в наружном плексиформном слое; срединный ретиношизис — во внутреннем плексиформном слое; внутренний ретиношизис (или отслойка ВПМ) — ниже внутренней пограничной мембраны [2, 79, 109].

Установлено, что к факторам риска развития миопического фовеошизиса относятся: увеличение переднезадней оси глаза более 26 мм [211], сферический эквивалент рефракции более 10 дптр, наличие задней стафиломы, возраст старше 45 лет, макулярная хориоретинальная атрофия, факторы витреоретинального взаимодействия, включая эпиретинальную мембрану, витреошизис, витреомакулярную тракцию [116, 226].

В ряде работ изучено естественное течение миопического макулошизиса [109, 139, 208]. Результаты исследований показывают, что макулярный ретиношизис у пациентов с высокой близорукостью имеет тенденцию к медленному прогрессированию, что приводит к снижению остроты зрения. Фовеальная отслойка и макулярное отверстие считаются заключительной стадией прогрессирования миопического фовеошизиса [80, 139, 140].

Наиболее эффективным методом лечения миопического фовеошизиса является витрэктомия с пилингом ВПМ или без него в сочетании с газовой или силиконовой тампонадой [79, 107, 140]. Результаты корреляционного анализа, проведенного рядом авторов, позволили определить прогностические критерии восстановления зрительных функций после вмешательства. Функциональные витреоретинального результаты фовеошизиса хирургического лечения миопического зависят OT предоперационной толщины сетчатки в фовеа, сохранности эллипсоидной зоны фоторецепторов, предоперационной максимальной корригированной остроты зрения, возраста, предоперационной субфовеальной толщины хориоидеи, высоты задней стафиломы [132, 163, 209].

Еще одним проявлением миопической тракционной макулопатии, приводящим к снижению зрительных функций, является макулярное отверстие. Распространенность макулярного отверстия на фоне высокой осевой миопии достигает 6-25% [122, 162]. Установлено, что вертикальные витреоретинальные тракции, обусловленные частичной ЗОСТ, и тангенциальные тракции, индуцированные наличием витреошизиса и эпиретинальной мембраной, способствуют развитию макулярного отверстия в глазах с высокой близорукостью в 67% и 80% случаев соответственно [164].

Сорре А.М. и Ripandelli G. (2005) изучили макулярную морфологию у пациентов с высокой миопией методом ОКТ с целью обнаружения асимптоматических макулярных разрывов [122]. Авторы обнаружили наличие бессимптомных макулярных отверстий чаще у пациентов моложе 50 лет, с миопической рефракцией более 20 дптр. При этом витреошизис и эпиретинальная мембрана диагностировались в 75% случаев. Прогрессирование заболевания с переходом в симптоматическое макулярное отверстие или с развитием центральной отслойки сетчатки отмечалось в 20% наблюдений. Полученные результаты подтверждаются последующими исследованиями [158, 217].

Витреоретинальная хирургия макулярного отверстия при высокой миопии обеспечивает анатомические и зрительные улучшения. Однако величина переднезадней оси глаза более 30 мм, а также наличие задней стафиломы являются наиболее важными факторами прогноза низких зрительных результатов [106].

Задняя стафилома при дегенеративной близорукости встречается в 51–90% случаев [147, 184, 186]. Curtin B.J. (1977) предложил классификацию миопических стафилом, основанную на офтальмоскопических данных, согласно которой автор выделил пять первичных стафилом, а именно тип I—стафилома локализуется в заднем полюсе, тип II—в макулярной области, тип

III— в перипапиллярной области, тип IV— с назальной стороны диска зрительного нерва, тип V— под ДЗН, а также пять комбинированных стафилом [124].

Наиболее распространенными методами диагностики задних стафилом являются ультразвуковое В-сканирование, фоторегистрация глазного дна, оптическая когерентная томография и трехмерная магнитно-резонансная томография (3D – MPT) [147, 166, 184, 186, 210]. В 2014 г. Ohno-Matsui K. c предложил классификацию задних стафилом, основанную соавт. современных методах визуализации, в которой выделил следующие типы стафилом: тип 1 – широкая макулярная стафилома, тип 2 – узкая макулярная стафилома, тип 3 – перипапиллярная стафилома, тип 4 – назальная стафилома, тип 5 – нижняя стафилома, другие – стафиломы, отличные от типов 1-4 [184]. Наиболее распространенным является тип 1 – широкая макулярная стафилома (79%) [186], связано ЧТО с механическим напряжением на макулярную область при формировании стафиломы, впоследствии приводящем к миопическим повреждениям центральной зоны глазного дна при высокой осевой близорукости.

Недавние исследования показали, что существуют более сложные деформации склеры внутри стафиломатозной области, такие как куполообразная (dome-shaped macula) 138, 151], макула [113,перипапиллярные интрахориоидальные кавитации (peripapillary intrachoroidal cavitations) [211], макулярные интрахориоидальные кавитации (macular intrachoroidal cavitations) [185]. Описанные деформации склеры обнаруживаются с помощью оптической когерентной томографии смодулем улучшенной глубины изображения (EDI-OCT), а также с технологией частотно-модулируемого источника с длиной волны 1050 нм (swept-source OCT).

## 1.5. Осложненная катаракта при миопии высокой степени и возможность прогнозирования функциональных результатов факоэмульсификации

По данным Всемирной организации здравоохранения катаракта является одной из наиболее частых причин нарушения зрения и слепоты в мире [16, 47, 50]. К факторам риска развития катаракты, помимо табакокурения, сахарного диабета, внутриглазных хирургических вмешательств в анамнезе, кортикостероидной терапии [50], относят миопию высокой степени [214].

Осложненная катаракта при высокой близорукости встречается в 15-55% случаев и формируется у пациентов на 10 лет раньше, чем сенильная катаракта [15, 17, 29, 51, 55, 65, 105]. Снижение зрительных функций при мобильности, катаракте сопровождается уменьшением активности, самостоятельности и благополучия человека, что отражается на качестве жизни пациента [50, 153]. Частое развитие миопической катаракты у лиц трудоспособного возраста [15] в условиях современного общества, диктующего повышенные требования к качеству зрительных функций, определяет социальную значимость данной патологии и актуальность поиска эффективных и безопасных методов лечения и профилактики заболевания и его осложнений.

Факоэмульсификация хрусталика c имплантацией эластичной заднекамерной интраокулярной линзы является оптимальным методом хирургии осложненной катаракты при высокой миопии [17, 29, 30, 49, 57, 59, 67, 83, 104, 114, 160, 168, 211]. Выполнение ФЭК у пациентов данной категории сопряжено с риском развития интраоперационных осложнений в связи с морфологическими особенностями миопического глаза: увеличенная глубина передней несостоятельность камеры, связочного хрусталика, снижение механической прочности задней капсулы хрусталика, субатрофичная радужка, высокая плотность ядра хрусталика, сниженная

гемоперфузионная устойчивость сосудов к перепаду давления жидкости в камерах глазного яблока [38, 51, 55, 65, 76, 129].

ФЭК Современная технология ультразвуковой позволяет минимизировать риски интраоперационных осложнений в хирургии пациентов c миопией высокой благодаря катаракты степени, использованию микроразрезов, щадящих режимов воздействия ультразвука и ирригации-аспирации, современных вископротекторов, параметров капсульных колец и крючков-ретракторов [49, 51, 55, 65, 76].

Несмотря на совершенствование технологии ФЭК сохраняется высокий риск возникновения послеоперационных витреоретинальных осложнений у пациентов с высокой осевой миопией, а наиболее опасным из них в отношении потери зрительных функций является регматогенная отслойка Данное обстоятельство обусловлено сетчатки. наличием исходных изменений миопическом глазу, характеризующихся деструкцией отслойкой задней гиалоидной мембраны, стекловидного тела. хориоретинальными изменениями в центральном и периферических отделах глазного дна.

Удаление хрусталика вызывает нарушение анатомо-топографических взаимоотношений в миопическом глазу, приводит к прогрессированию витреальной деструкции, смещению стекловидного тела вперед как во время, так и после операции, что при наличии участков витреоретинальной адгезии усиливает тракционные воздействия на сетчатку и провоцирует развитие отслойки сетчатки в послеоперационном периоде [8, 30, 54, 67]. Ее частота в артифакичных глазах с высокой близорукостью, по данным ряда авторов, составляет от 4 до 22%, а в общей популяции не превышает 1 % [3, 8, 38, 120, 175, 196, 197, 228].

ФЭК у пациентов с осложненной миопией на фоне имеющихся исходных морфофункциональных изменений оболочек глаза может вызвать

акустическую травму центральной зоны сетчатки [29]. Проведенные исследования по изучению влияния ультразвука на биологические ткани установили, что негативное воздействие низкочастотного ультразвука при ФЭК на ткани глаза обусловлено не только эффектом кавитации, но и звукохимическими реакциями, которые оказывают влияние на субклеточном уровне и приводят к функциональной декомпенсации и морфологическим повреждениям клеток [91].

В экспериментальной работе на глазах кроликов, подвергшихся ультразвуковой факоэмульсификации хрусталика, Захлюк М. (2000) показал мембранной системы фоторецепторов ультраструктурные изменения Повреждающее центральной зоны сетчатки. действие ультразвука проявлялось выраженной деструкцией мембранного аппарата наружных в снижении функциональной активности сегментов фоторецепторов, митохондрий внутренних сегментов фоторецепторов [29].

Электронно-микроскопическое исследование пигментного эпителия макулярной ультразвуковой зоны сетчатки трупных глаз после факофрагментации, проведенное Копаевым С.Ю. с соавт. (2013), показало на фоне сохранения основных органелл клеток пигментного эпителия сетчатки ядерной мембраны, цитоплазматических органелл, меланосом) появление большого количества вакуолей с уменьшением органелл и меланосом В цитоплазме, нарушение ИХ локализации, ослабление десмосомальных клеточных контактов, что свидетельствует о нарушении ультраструктурной организации клеток пигментного эпителия сетчатки [41].

Хирургия катаракты при миопии высокой степени требует использования наиболее щадящих технологий. Ряд авторов предлагает для защиты стекловидного тела и сетчатки в ходе ультразвуковой ФЭК применять силиконовый глайд-протектор [4, 29, 90], другие — использовать безопасную для заднего отдела глаза лазерную экстракцию катаракты с помощью неодимового ИАГ-лазера 1,44 мкм, разработанного группой

авторов из ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России [41, 42]. Фемтолазерная экстракция катаракты является перспективной технологией в хирургии осложненных катаракт, особенно с плотным ядром, позволяющей снизить ультразвуковую нагрузку на ткани глаза за счет уменьшения ультразвуковой энергии на 30-90% при фрагментации хрусталика [103, 180]. Эти и другие методики требуют дальнейшего изучения.

В системе реабилитации пациентов с катарактой при миопии высокой степени важную роль играют современные методы диагностики, позволяющие оценить степень генерализации патологического процесса, определить тактику ведения пациента, характер и объем оперативного вмешательства, прогноз послеоперационных зрительных функций, меры профилактики витреоретинальных осложнений.

Вопрос 0 прогнозировании функционального результата хирургического лечения катаракты остается актуальным и в настоящее время. Ронзина И.А. (2005) провела оценку влияния помутнений хрусталика на показатели различных функциональных диагностических методов у пациентов с возрастной катарактой. Автор доказала, что помутнения оказывают определенное влияние хрусталика на результаты таких функциональных методов исследования, как статическая периметрия, ретинальная острота зрения, критическая частота слияния мельканий, общая, макулярная и ритмическая электроретинография, зрительные вызванные потенциалы на вспышку, что может приводить к ошибочным заключениям о функциональном состоянии сетчатки и зрительного анализатора [71].

Вследствие рассеяния и поглощения света мутным веществом хрусталика параметры компонентов всех видов используемых ЭРГ могут отклоняться от нормы даже при отсутствии патологии сенсорного аппарата глаза, может отмечаться снижение или увеличение амплитуды, удлинение латентности волн ЭРГ [72, 95]. Макулярная ЭРГ, по данным Шамшиновой

А.М. (2009), при стандартной интенсивности стимула и значительных помутнениях хрусталика не регистрируется или снижена более чем у 50% пациентов [95]. Также известно, что параметры различных видов ЭРГ в норме могут иметь большой разброс показателей у индивидуумов в одной возрастной группе. Поэтому результаты ЭРГ могут трактоваться только в комплексе с другими методами.

На результаты исследования порога электрической чувствительности сетчатки (периферические отделы палочкового аппарата) и лабильности зрительного анализатора (папилломакулярного пучка зрительного нерва) с помощью электрического фосфена не оказывает влияние помутнение оптических сред глаза. Однако данный метод имеет ряд недостатков, а именно субъективный характер исследования и связанную с этим высокую зависимость от уровня интеллекта и психологических особенностей пациента, низкая информативность метода при дистрофических изменениях макулярной области, при которых показатели порога электрической чувствительности сетчатки лабильности И зрительного анализатора находятся в пределах нормальных значений [72].

высокоинформативных Появление таких методов исследования структур глаза, как оптическая когерентная томография и ультразвуковая биомикроскопия, открывает новые границы диагностических возможностей в офтальмологии. ОКТ является бесценной методикой визуализации микроструктурных изменений макулярной зоны при различной офтальмопатологии [20, 56, 64, 82, 97, 98, 100, 123, 132], в том числе при высокой близорукости [2, 7, 24, 67, 79, 80, 87, 109, 121, 182, 190]. Применение УБМ для оценки периферии сетчатки и преретинального стекловидного тела отражено в единичных публикациях [1, 18, 36, 94, 167, 192]. Преимущество УБМ перед общепринятыми методами заключается в возможности выполнения исследования при ригидном узком зрачке, а также при нарушении прозрачности хрусталика.

Таким образом, анализ данных литературы отражает повышенное внимание научного мира к проблеме миопии, что связано с широким распространением данного заболевания, склонностью к прогрессирующему течению, частому развитию катаракты у лиц трудоспособного возраста и формированию целого ряда осложнений, приводящих к слабовидению и инвалидности. На сегодняшний день факоэмульсификация хрусталика с имплантацией эластичной заднекамерной интраокулярной линзы является оптимальным методом хирургии осложненной катаракты при высокой миопии. Однако причинамиснижения зрительных функций после хирургии катаракты у пациентов с миопией высокой степени являются наличие и прогрессирование витреоретинальных изменений в центральной зоне и на периферии глазного дна.

Современные методы диагностики такие, как ультразвуковое Всканирование, ультразвуковая биомикроскопия, оптическая когерентная томография, позволяют детально изучить особенности витреоретинального интерфейса у пациентов с миопией высокой степени. Однако остаются недостаточно изученными возможности ультразвуковых (В-сканирование и УБМ) и оптических (ОКТ) методов исследования в вопросе прогнозирования функциональных исходов факоэмульсификации катаракты у пациентов с миопией высокой степени. В доступной литературе не обнаружено работ, отражающих изучение взаимосвязи послеоперационной остроты зрения с исходными параметрами, выявленными c помощью ультразвуковой биомикроскопии, В-сканирования и оптической когерентной томографии, у пациентов с миопией высокой степени. В рамках настоящего исследования предпринята попытка поиска прогностических критериев исходов факоэмульсификации катаракты у пациентов с миопией высокой степени на основе изучения особенностей витреоретинального интерфейса с помощью ультразвуковых (В-сканирование и УБМ) и оптических (ОКТ) методов исследования.

#### Глава2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ КЛИНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 2.1. Общая характеристика клинического материала

Данная работа основана на анализе результатов диагностики и лечения 101-го пациента (101 глаз) с миопией высокой степени и помутнениями хрусталика различной степени выраженности, прооперированных в 2015-2017 гг.методом неосложненной ультразвуковой факоэмульсификации с имплантацией заднекамерной ИОЛ в Тамбовском филиале ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России. Превалирующим было наличие незрелых катаракт— 56,4% (57 глаз), доля начальных катаракт составила 23.8% (24глаза), зрелых — 19.8% (20 глаз). Критерии исключения пациентов из исследования: наличие выраженной сопутствующей патологии органа зрения (диабетическая ретинопатия, глаукома, увеит), операции на глазном яблоке в анамнезе отграничительной лазеркоагуляции сетчатки), при выявлении признаков субретинальной неоваскулярной мембраны ДО операции пациенты направлялись соответствующее лечение на И В исследование включались. Мужчин было 21 (20,8%), женщин 80 (79,2%). Возраст пациентов варьировал от 37 до 88 лет. Возрастная градация пациентов представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Распределение пациентов по возрастным группам

Возраст	До 50 лет	51-60 лет	61-70 лет	71-80 лет	Более 81
					года
n	7	21	49	21	3
%	6,9	20,8	48,5	20,8	3,0

Сферический эквивалент миопической рефракции составил от -6,75 до -24,00 дптр. Длина переднезадней оси глаза по данным ультразвуковой биометрии составила от 26,00 до 34,88 мм. Дооперационная максимальнаякорригированная острота зрения варьировала в широком диапазоне от светоощущения с правильной светопроекцией до 0,8.

Для решения задачи прогнозирования исходов операции пациенты были разделены с учетом того, что ультразвуковые методы исследования выполнимы при любой степени зрелости катаракты, а оптические методы – при достаточной прозрачности хрусталика. Для I группы пациентов (n=101) с миопией высокой степени и катарактой различной степени зрелости прогноз строился на основании данных предоперационного обследования ультразвуковых методов исследования (В-сканирование и УБМ). Для II группы пациентов (n=75, была выделена из первой) с миопией высокой степени и начальной и незрелой катарактой прогнозирование исходов операции проводили на основании данных предоперационного обследования, ультразвуковых (В-сканирование и УБМ) и оптических (ОКТ) методов исследования. Критерием включения пациентов во ІІ группу было наличие помутнений хрусталика, не препятствовавших проведению ОКТ центральной зоны сетчатки до операции.

Оценку состояния стекловидного тела и витреоретинального интерфейса после хирургии катаракты проводили с учетом деления миопии на высокую и сверхвысокую степени [подгруппа 1 — пациенты с миопией высокой степени и катарактой различной степени зрелости (55 глаз), подгруппа 2 — пациенты с миопией сверхвысокой степени и катарактой различной степени зрелости (46 глаз)]. Деление миопии на высокую и сверхвысокую степени проводили по величине ПЗО: длина глаза от 26,00 до 28,00 мм соответствовала миопии высокой степени, более 28,00 мм — сверхвысокой [17, 30].

#### 2.2 Клинико-функциональные методы обследования

В предоперационное обследование пациентов с катарактой и миопией высокой степени были включены следующие методы исследования: всем пациентам выполнялись визометрия, офтальмометрия, пневмотонометрия, биомикроскопия, ультразвуковая биометрия, электрофизиологическое исследование сетчатки и зрительного нерва, ультразвуковое В-сканирование, ультразвуковая биомикроскопия; при достаточной прозрачности оптических сред дополнительно проводились рефрактометрия, офтальмоскопия, оптическая когерентная томография сетчатки. В послеоперационном периоде обследования выполнялись в первые дни послеоперации, через 1 и 6 месяцев.

Визометрию проводили на фороптере с проектором знаков CDR–3100, (Huvitz, Южная Корея). Определяли остроту зрения без коррекции и максимальную корригированную остроту зрения с помощью проекционной таблицы.

Офтальморефрактометрию осуществляли на кераторефрактометре KR 8900-Р (Торсоп, Япония) по стандартной методике.

Пневмотонометрию проводили с помощью прибора Reihert 7CR (Reihert, США) с определением истинного внутриглазного давления Р<sub>о</sub>.

При биомикроскопии на щелевой лампе CSOSL-990 проводили оценку состояния придаточного аппарата глаза, конъюнктивы, роговицы, передней камеры, радужной оболочки (наличие дистрофии, псевдоэксфолиативных отложений, состояние пигментной зрачковой каймы, ригидности зрачка), хрусталика (интенсивность и локализация помутнений хрусталика, наличие псевдоэксфолиаций на передней капсуле, сохранность связочного аппарата и положения хрусталика), передних слоев стекловидного тела (при возможности).

Офтальмоскопию глазного дна проводили с помощью прямого и бинокулярного офтальмоскопов (Heine, Германия) и трехзеркальной линзы Гольдмана. При наличии помутнений хрусталика, не препятствовавших осмотру глазного дна, обращали внимание на состояние макулярной зоны (наличие эпиретинального фиброза, хориоретинальных атрофических очагов, дефектов пигментного эпителия) и зрительного нерва (цвет, границы, величина экскавации и положение сосудистого пучка), наличие миопической стафиломы. При осмотре периферии сетчатки оценивали наличие, характер и локализацию дистрофических очагов, наличие витреоретинальных тракций.

Ультразвуковую биометрию выполняли контактным методом с помощью биометра A-scan (Accutome, США). Проводили измерение таких параметров, как глубина передней камеры, толщина хрусталика, величина переднезаднейоси глаза.

Электрофизиологическое исследование сетчатки и зрительного нерва проводили с помощью электроофтальмостимулятора ЭСОФИ-01 (Россия). Выполняли регистрацию порога возникновения электрофосфена, отражающего функциональное состояние внутренних слоев сетчатки, и определяли критическую частоту мельканий фосфена, слияния характеризующую сохранность функций наружных слоев сетчатки и аксиального пучка зрительного нерва. Нормальные показатели порога электрической чувствительности находились в диапазоне 40-80 мкА. Увеличение ПЭЧ до 80-120 мкА оценивали как незначительные изменения сетчатки, до 120-180 мкА – как умеренные изменения, увеличение до 180-250 мкА соответствовало значительным изменениям, а более 300 мкА расценивалось грубые нарушения функцийсетчатки. электрической лабильности принимали значение 35-40 Гц. Уменьшение показателя до 30 Гц свидетельствовало о незначительных изменениях, до 25 Гц – об умеренных изменениях, от 25 до 20 Гц расценивалось как значительные изменения, ниже 20 Гц – грубые изменения наружных слоев сетчатки и аксиального пучка зрительного нерва.

Ультразвуковое В-сканирование выполнялив положении пациента лежа на спине на приборе UD-1000 (Тотеу, Япония) датчиком 10 МГц. В ходе исследования проводили оценку состояния стекловидного тела (наличие и степень витреальной деструкции, наличия коллапса стекловидного тела, полной или частичной ЗОСТ, участков фиксации задней гиалоидной мембраны к сетчатке), состояния оболочек (наличие и локализация отслойки сетчатки, ретинальных разрывов, ретиношизиса). Измерение высоты ЗОСТ проводили в аксиальном положении датчика от внутреннего контура оболочек глаза до задней гиалоидной мембраны. Коллапс стекловидного тела определяли при выраженном смещении стекловидного тела к хрусталику (ИОЛ) на фоне высокой ЗОСТ. Особое внимание обращали на наличие задней стафиломы. Увеличение высоты ЗОСТ, появление коллапса стекловидного тела в ходе послеоперационного наблюдения расценивались как отрицательная динамика патологического процесса.

Ультразвуковую биомикроскопию проводили на аппарате UD-6000 (Тотеу, Япония) датчиком 50 МГц с разрешающей способностью 50 мкм.Исследование периферии сетчатки методом УБМ выполняли в положении пациента лежа на спине. После эпибульбарной анестезии 0,5% раствором проксиметакаина В конъюнктивальный свод помещалась силиконовая чашечка, которая заполнялась иммерсионной жидкостью (физиологический раствор или 1-2,5% раствор метилцеллюлозы), в нее погружалась головка ультразвукового датчика И осуществлялось сканирование структур глаза с помощью меридиональных и фронтальных алгоритмов. В ходе ультразвукового исследования оценивались акустические изменения периферии сетчатки и прилежащего стекловидного тела в четырех глазного сегментах верхневнутреннем, нижневнутреннем, дна: морфометрические верхненаружном, нижненаружном. Проводились

измерения исследуемых структур с помощью электронного циркуля. Для акустических изменений периферии сетчатки оценки использовали классификацию Винник Н.А. (2014) [18]. При исследовании прилежащего к периферии сетчатки стекловидного тела обращали внимание на наличие фиксированных к оболочкам помутнений, плавающих или витреальных тракций. В ходе исследования периферии сетчатой оболочки определяли степень выраженности И локализацию периферического ретиношизиса, проводили морфометрические измерения выявляемых акустических изменений сетчатки: определяли высоту и протяженность ретиношизиса. Об отрицательной динамике процесса судили по увеличению высоты протяженности ретиношизиса, появлению помутнений или стекловидного тела, прилежащего к сетчатке.

Оптическую когерентную томографию центральной области глазного аппарате SOCTCopernicusHR (Optopol, днавыполняли Польша). на Разрешающая способность прибора 3 мкм. Анализ результатов ОКТвключал определение таких параметров, сканирования эпиретинальной мембраны, высота отслоения ЭРМ, высота и протяженность макулошизиса, состояние фовеального профиля (сохранен, уплощен, IS/OS) деформирован), миоидной И эллипсоидной (линия 30H фоторецепторов (сохранена, прерывиста), субфовеальная толщина рефлективность хориоидеи, состояние пигментного эпителия (сохранность слоя, наличие деструкции, разряжения слоя ПЭ). Под разряжением ПЭ понимали наличие различной рефлективности слоя. Деструкцию ПЭ фиксировали при наличии неравномерной толщины слоя, дефектов слоя от точечных до очаговых зон полной атрофии ПЭ. Оценку оптической плотности ЭРМ, слоев сетчатки и хориоидеи проводили по отношению к оптической плотности ретинального пигментного эпителия. При оценке состояния витреомакулярного интерфейса определяли наличие адгезии задней гиалоидной мембраны, наличие выраженности И степень

эпиретинального фиброза. При визуализации эпиретинальной мембраны оценивали ее толщину, оптическую плотность, степень натяжения и тенденцию к отслаиванию от подлежащей сетчатки, наличие тракций и деформации подлежащей к мембране сетчатки (ретинальные микроскладки), а также проводили измерение высоты отслоения ЭРМ вручную как максимальногорасстояния от гиперрефлективной линии, соответствующей самой мембране, до внутренней поверхности сетчатки. Для определения стадии развития ЭРМ использовали классификацию Порхановой А.В. (2011) [67]. Измерение толщины хориоидеи проводилось вручную субфовеально как расстояние от гиперрефлективной линии, соответствующей комплексу «пигментный эпителий – мембрана Бруха», до хориоидо-склерального интерфейса. Анализировали карту толщины макулярной зоны по сетке ETDRS: в центре фовеа и в четырех сегментах пара- и перифовеа радиусом 1, 3 и 6 мм соответственно.Об отрицательной динамике свидетельствовало увеличение высоты отслоения и оптической плотности ЭРМ, появление ретинальных микроскладок, кистозного или диффузного макулярного отека, увеличение высоты И протяженности макулошизиса, уплощение деформация фовеального профиля.

#### 2.3. Техника факоэмульсификации катаракты

Всем пациентам была выполнена ультразвуковая факоэмульсификация катаракты с имплантацией эластичной заднекамерной интраокулярной линзы. Техника операции. Предварительно обработав операционное поле раствором антисептика, на края век устанавливали блефаростат. Далее 1,2 копьевидным МОЖОН шириной MM выполняли два роговичных парацентеза на 10 и 2 часах. Через парацентез заполняли переднюю камеру Копьевидным вискоэластиком. формировали роговичный можон самогерметизирующийся тоннельный разрез шириной 2,2 мм. С помощью капсульного цангового пинцета осуществляли вскрытие передней капсулы

хрусталика методом непрерывного кругового капсулорексиса. Следующим канюлей проводили с помощью шприца  $\mathbf{c}$ 27-го гидродиссекцию ядра хрусталика до момента свободного вращения ядра в капсульном мешке и далее гидроделинеацию, которая характеризовалась отделением внутренней компактной части ядра эпинуклеуса. Ультразвуковую фрагментацию ядра хрусталика выполняли на аппарате INFINITI (Alcon, США) со следующими настройками факомашины: высота бутыли 80-90 см, мощность торсионного ультразвука до 70%, ультразвук в режиме Burst, вакуум до 350 мм рт. ст. Факоэмульсификацию выполняли эндокапсулярно в условиях герметичной передней камеры с использованием фрагментации ядра хрусталика Phacochop. Интенсивность техники ультразвукового воздействия зависела от плотности ядра хрусталикаи составила от 2 до 14CDE. Следующим этапом с помощью ирригационноаспирационной системы через парацентезы бимануально выполняли удаление остатков хрусталиковых масс, затем капсульный мешок заполняли вискоэластиком. С помощью инжектора через основной разрез 2,2 мм выполняли имплантацию ИОЛ в капсульный мешок и проводили визуальный контроль адекватности центрации линзы. Интраокулярную коррекцию проводили с использованием моноблочной ИОЛ SN60WF (Alcon, США). Следующим этапом с помощью ирригационно-аспирационной системы выполняли вымывание вискоэластика из передней камеры. Герметизацию основного разреза и парацентезов проводили методом гидратации краев раны канюли 27-го физиологическим раствором помощью калибра, присоединенной к шприцу. После чего проводили контроль герметизации основного разреза и парацентезов при помощи микротупферов. На завершающем этапе операции выполняли инстилляцию в конъюнктивальную полость антибиотика широкого спектра действия. В исследование включались неосложненные случаи факоэмульсификации.

Все пациенты, прооперированные по поводу катаракты, осмотрены через 3-4 часа после операции, далее ежедневно в течение 1-3-х суток их пребывания в стационаре. Дальнейшее наблюдение осуществлялось амбулаторно через 1 и 6 месяцев.Послеоперационный медикаментозный режим включал инстилляции антибиотика (раствор тобрамицина 0,3%) по 1капле 4 раза В день В течение ДВУХ недель, стероидного противовоспалительного препарата (раствор дексаметазона 0,1%) по 1-2 капле раза день В течение двух недель, нестероидного противовоспалительного препарата (раствор индометацина 0,1%) по 1-2 капле 4 раза в день в течение 1-го месяца.

#### 2.4. Статистическая обработка данных

Статистическую обработку полученных данных осуществляли с помощью пакетов программ «Statistica 10.0» (DellInc., США) и «MedCalc» (MedCalcSoftware, Бельгия). Поскольку распределение большинства количественных признаков было нормальным (проверяли по критерию Шапиро-Уилка), для оценкиполученных данных применяли параметрические методы описательной статистики сопределением средней арифметической величины (М) и величины среднейошибки (тм). Оценку статистической значимости различий проводили с использованием t-критерия Стьюдента (для количественных параметров) и критерия Хи-квадрат (для ранговых и качественных величин). Различия принимались достоверными при уровне значимости р<0,05.

Для решения задачи прогнозирования благоприятного исхода (достижения определенного уровня остроты зрения к определенному сроку после операции) был применен метод бинарной логистической регрессии. Вероятность повышения остроты зрения до определенного уровня (0,3; 0,4; 0,7 и 0,8) кодировалась как бинарный признак («0» - острота зрения меньше заданного уровня, «1» - острота зрения больше или равна заданному

уровню). Данные уровни остроты зрения были выбраны согласно характеристикам: 0,3минимальная следующим острота зрения, необходимая для комфортного чтения на близком расстоянии; 0,4 – острота зрения, необходимая для бинокулярных функций; 0.7 – острота зрения для осуществления большинства видов профессиональной деятельности; 0,8 острота зрения, необходимая для управления транспортным средством при слепоте парного глаза.

обусловлен Выбор метода прогнозирования следующими особенностями полученных данных: меньшим количеством наблюдений по сравнению с совокупным числом параметров-предикторов, отличием от нормального распределения и неравенством дисперсий предикторов в большинстве случаев, наличием среди предикторов как непрерывных, так и дискретных переменных, отсутствием сильных корреляций между предикторами, простотой приведения зависимой переменной к бинарной функции. Выбор предикторов (как непрерывных, так и дискретных) осуществляли по результатам предварительного корреляционного анализа (для количественных величин – по Пирсону, для ранговых и качественных – по Спирману). Проверка адекватности (cross-validation) статистической путем применения процедуры «скользящего модели осуществлялась экзамена» - поочередного удаления наблюдений (25%) и пересчета модели.

Диагностическую информативность полученных математических моделей осуществляли методом построения операционных кривых (ROC-кривых) с определением общей информативности (принималась значимой при значениях площади под операционной кривой AUC достоверно превышающих 0,5), чувствительности и специфичности математического метода прогноза.

# Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ С КАТАРАКТОЙ И МИОПИЕЙ ВЫСОКОЙ СТЕПЕНИ.

Согласно поставленной цели работа была разделена на четыре последовательных этапа. На первом этапе работы был проведен анализ результатов офтальмологического обследования пациентов с катарактой и миопией высокой степени с помощью стандартных методов исследования и изучение особенностей витреоретинального интерфейса с помощью ультразвуковых и оптических методов исследования с целью набора параметров-предикторов, участвующих в дальнейшем корреляционном анализе. Для оценки состояния стекловидного тела и задней гиалоидной мембраны был применен метод ультразвукового В-сканирования до и после неосложненной факоэмульсификации катаракты различной степени зрелости у пациентов с миопией высокой степени. Чтобы изучить состояние периферического витреоретинального интерфейса до и после операции, использовали метод ультразвуковой биомикроскопии. Для оценки изменений витреоретинального интерфейса центральной зоны глазного дна был оптической когерентной томографиидо применен метод после неосложненной факоэмульсификации начальной и незрелой катаракты.

### 3.1. Результаты предоперационного офтальмологического обследования папиентов

Исследование базируется на анализе клинико-функционального состояния 101-го пациента (101 глаз) с миопией высокой степени и катарактой. Предоперационное обследование пациентов позволило выявить характерные для миопии высокой степени патологические изменения.

По данным визометрии максимальная корригированная острота зрения составила в среднем  $0.24\pm0.02$  (от светоощущения с правильной светопроекцией до 0.8).

Сферический эквивалент миопической рефракции составил от -6,75 до -24,0 дптр, в среднем -13,63 $\pm$ 0,59 дптр.

Внутриглазное давление  $P_0$  составило от 13,1 до 17,4 мм. рт. ст.  $(16,3\pm3,4)$ .

Биомикроскопическое исследование позволило оценить состояние переднего отдела глаза у пациентов с катарактой и миопией высокой степени. Следует отметить, что дистрофия радужки различной степени обнаружена в 48,5% случаев у пациентов с катарактой на фоне миопии высокой степени (49 глаз). Псевдоэксфолиативный синдром диагностирован на 14-ти глазах (13,9%), из них на 2-х глазах определялась I-я стадия патологического процесса, на 12-ти глазах — II-я стадияПЭС. При биомикроскопии у всех пациентов определялись помутнения хрусталика различной локализации: в кортикальных слоях, ядре, под задней капсулой (таблица 2).

Таблица 2 - Анализ частоты встречаемости различных видов катаракт в I группе

Вид	Кортикальная	Заднекапсулярная	Ядерная	Смешанная
катаракты				
n	22	8	30	41
%	21,8	7,9	29,7	40,6

Наиболее часто у пациентов с миопией высокой степени встречалась смешанная катаракта (40,6%), которая характеризуется помутнением

различных слоев хрусталика. Обращает на себя внимание тот факт, что помутнения под задней капсулой хрусталика, характерные для осложненной миопии, обнаружены лишь в 7,9% случаев у лиц более молодого возраста.

По данным ультразвуковой биометрии величина переднезадней оси глаза составила от 26,00 до 34,88 мм  $(28,17\pm0,23$  мм).

Электрофизиологические исследования выполнялись cцелью грубой Пороговая выявления патологии зрительного анализатора. нейронов электрическая чувствительность, отражающая состояние внутреннего ядерного слоя сетчатки, находилась в пределах нормальных значений (40-80 мкА) в 10,9% случаев (11 глаз). У большинства пациентов (61 60,4%) отмечалось незначительное увеличение электрической чувствительности до 81-120 мкА. Умеренные нарушения (121-180 мкА) выявлены в 24,8% случаев (25 глаз). Увеличение показателя электрической чувствительности до 181-250 мкА имело место на 3-х глазах (3,0%) и интерпретировалось как значительные изменения внутреннего ядерного слоя сетчатки. У одного пациента (1 глаз, 0,9%) порог электрической чувствительности превышал 300 мкА, что было расценено как грубые изменения сетчатки.

Электрическая лабильность зрительного анализатора, характеризующая состояние макулярной зоны и аксиального пучка зрительного нерва, определялась в диапазоне 35-40 Гц у большинства пациентов (52 глаза, 51,5%), что соответствовало нормальным значениям. Снижение показателя до 34-31 Гц отмечалось в 28-ми случаях (27,8%) и расценивалось как незначительные изменения. Умеренные нарушения (30-25 Гц) обнаружены в 18,7% случаев (19 глаз). Уменьшение значений электрической лабильности до уровней 24-20 Гц и менее 20 Гц трактовалось как значительные и грубые изменения и были выявлены в 2-х случаях (2,0%).

Возможность адекватного осмотра периферии глазного дна с помощью линзы Гольдмана в связи с наличием помутнений хрусталика представилась 52-х глазах (51,5%). По данным предшествующих осмотров из амбулаторных карт и результатам проведенной биомикроофтальмоскопии периферические хориоретинальные дистрофии наблюдались в 60,4% случаев (61 глаз) и были представлены: решетчатой дистрофией, дистрофией по типу «булыжной мостовой», инееподобной дистрофией, клапанным разрывом сетчатки, периферическим ретиношизисом, витреальной тракцией, хориоретинальными очагами (таблица 3). Всвязи с чем, на 19-ти глазах (18,8%) ранее была выполнена периферическая профилактическая лазерная коагуляция сетчатки.

Таблица 3 - Патология периферии сетчатки у пациентов с катарактой и миопией высокой степени I группы (n=101)

Виды дистрофий	n	%
Инееподобная дистрофия	16	15,8
«Булыжная мостовая»	14	13,9
Хориоретинальные очаги	12	11,8
Решетчатая дистрофия	7	6,9
Ретиношизис	5	5,0
Клапанный разрыв	4	4,0
Витреальная тракция	3	3,0
Всего	61	60,4

Офтальмоскопия центральной зоны сетчатки у пациентов I группы была возможна на75-ти глазах (74,3%)в случаях с начальными и незрелыми катарактами и миопией высокой степени, которые составили II группу, (n=75). На 12-ти глазах(16,0%) имела место нормальная

офтальмоскопическая картина макулы. Патологические изменения В макулярной области различной степени выраженности обнаружены у большинства пациентов в 84,0% случаев (63 глаза, таблица 4). Изменения центральной сетчатки были представлены миопической зоны хориоретинальной дистрофией сухой формой и проявлялись сглаженностью фовеолярных рефлексов, дефектами пигментного эпителия, атрофическими очагами с патологической пигментацией размерами от 0,1 DD до 3-х DD. В 2х случаях отмечалось развитие географической атрофии макулы (2,7%). При офтальмоскопии у пациентов со сверхвысокой миопией, как правило, наблюдалось бледноокрашенное глазное дно с истонченной сетчаткой. Задняя стафилома обнаружена в 86,7% случаев (65 глаз), миопический конус – 13,3% (10 глаз). Эпиретинальный фиброз был выявлен у 22-х пациентов (29,3%) и проявлялся наличием белесоватой пленки в центральной зоне сетчатки.

Таблица 4 - Патология центральной зоны сетчатки по данным офтальмоскопии во II группе (n=75)\*

Изменения центральной	n	%
зоны		
Эпиретинальный	22	29,3
фиброз		
Лаковые трещины	16	21,3
Дефекты ПЭ	18	24,0
Атрофические очаги с	43	57,3
отложением пигмента		

<sup>\*</sup>Примечание: у ряда пациентов встречалась сочетанная патология.

Таким образом, результаты стандартного офтальмологического обследования позволили выявить патологические изменения, характерные

для миопии высокой степени в сочетании с катарактой: увеличение переднезадней оси, наличие дистрофии радужки, помутнений хрусталика, дистрофических изменений центральной зоны и периферии глазного дна. Однако наличие катарактальных помутнений хрусталика в миопическом глазу проведение детальной затрудняет оценки состояния витреоретинального интерфейса у пациентов с миопией высокой степени стандартными методами исследования. Всвязи c чем, витреоретинального интерфейса были изучены с помощью ультразвуковых и оптических (при достаточной прозрачности хрусталика) методов исследования.

#### 3.2. Состояние стекловидного тела по результатам ультразвукового Всканирования

Состояние стекловидного тела и задней гиалоидной мембраны у пациентов с миопией высокой степени и катарактой различной степени зрелости оценивали с помощью ультразвукового В-сканирования до и после факоэмульсификации катаракты.

#### 3.2.1.Состояние стекловидного тела до операции

У большинства пациентов с катарактой и миопией высокой степени отмечалась выраженная деструкция стекловидного тела, обусловленная этиологией основного заболевания (рисунок 1). Отслойка задней гиалоидной мембраны имела место в 96-ти случаях (95,0%). Чаще наблюдалась полная ЗОСТ, в 7-ми случаях отмечалась частичная ЗОСТ (6,9%). Высота отслоенного заднего гиалоида (высота ЗОСТ) составила в среднем 4,97±0,26 мм. Задняя стафилома по данным В-сканирования обнаружена в 65-

тислучаях (64,4%, рисунок 2). Коллапс стекловиного теладо операции не был выявлен ни в одном случае.



Рисунок 1 - Ультразвуковое В-сканирование. Сканограмма правого глаза пациента С., 1953 г.р. с миопией высокой степени и катарактой. ПЗО 28,87 мм. Выраженная деструкция стекловидного тела

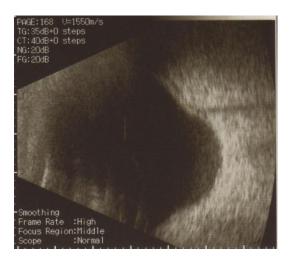


Рисунок 2 - Ультразвуковое В-сканирование. Сканограмма правого глаза пациента 3.,1946 г.р. с миопией высокой степени и катарактой. ПЗО 29,82 мм. Полная ЗОСТ, задняя стафилома

#### 3.2.2.Состояние стекловидного тела после операции

Проведение неосложненной факоэмульсификации с имплантацией ИОЛ позволило в большинстве случаев улучшить остроту зрения после

операции, особенно у пациентов с миопией высокой степени при ПЗО менее 28,00 мм (подгруппа 1). МКОЗ исходно и в послеоперационном периоде была значительно ниже у пациентов с ПЗО более 28,00 мм (подгруппа 2), что обусловлено наличием более выраженных витреоретинальных изменений у пациентов со сверхвысокой миопией (таблица 5).

Таблица 5 - Динамика МКОЗ у пациентов с высокой и сверхвысокой миопией после факоэмульсификации (n=101, M±m)

	Сроки наблюдения			
МКО3	До	1-3 день	1 месяц	6 месяц
(M±m)	операции	после		
		операции		
Подгруппа 1 с	0,29±0,03**	0,60±0,04**	0,70±0,04**	0,70±0,06**
высокой				
миопией, n=55				
Подгруппа 2	0,18±0,02**	0,44±0,03**	0,50±0,04**	0,46±0,07**
co				
сверхвысокой				
миопией,n=46				

Примечание: \*\* p < 0.01 - различия средних статистически значимы по результатам дисперсионного анализа по сравнению с состоянием до операции внутри каждой группы; различия средних статистически значимы между двумя группами по t-критерию Стъюдента.

За период послеоперационного наблюдения по данным В-сканирования отмечалось увеличение высоты ЗОСТ (таблица 6).

Таблица 6 - Динамика высоты ЗОСТ после факоэмульсификации по данным В-сканирования (n=96,M±m, мм)

Высота ЗОСТ,	Сроки наблюдения			
мм (М±т)	До операции	1-3 день	1 месяц	6 месяц
Подгруппа 1 с	4,05±0,35	5,37±0,42	6,38±0,63**	8,18±1,09***
высокой				
миопией, n=50				

Подгруппа 2 со	5,70±0,34	7,02±0,34*	8,15±0,49***	8,94±0,5***
сверхвысокой				
миопией, n=46				

Примечание:  $*p \le 0.05$ ,  $**p \le 0.01$ ,  $***p \le 0.001$ - различия средних статистически значимы по результатам дисперсионного анализа по сравнению с состоянием до операции внутри каждой группы.

При сравнении показателя высоты ЗОСТ между двумя подгруппами с помощью определения значимости различий по t-критерию Стьюдента отмечается достоверно большая величина высоты ЗОСТ в подгруппе 2 со сверхвысокой миопией как исходно до операции (t=3,33, p=0,001), так и в послеоперационном периоде через 1-3 дня (t=3,07, p=0,003), 1 месяц (t=2,27, p=0,028).

Коллапс стекловидного тела до операции не был обнаружен ни в одном случае, через 1 месяц после операции коллапс стекловидного тела был диагностирован на 12-ти глазах (11,9%), через 6 месяцев — на 25-ти глазах (24,8%). В подгруппе 1 с высокой миопией (n=55) через 1 месяц после факоэмульсификации коллапс стекловидного тела отмечался на пяти глазах, через 6 месяцев — на 9-ти глазах. Среди пациентов со сверхвысокой миопией (подгруппа 2, n=46) коллапс стекловидного тела наблюдался чаще, в отличие от пациентов с высокой миопией: в раннем послеоперационном периоде — на 7-ми глазах, в отдаленном периоде — на 16-ти глазах.

Таким образом, ультразвуковое В-сканирование на дооперационном этапе обследования позволило выявить и оценить выраженность деструкции стекловидного тела, наличие задней стафиломы, отслойки задней гиалоидной мембраны и провести количественную оценку высоты ЗОСТ при миопии высокой степени в сочетании с катарактой. В послеоперационном периоде, по данным ультразвукового В-сканирования, наблюдалась негативная динамика состояния стекловидного тела, проявлявшаяся в увеличении

высоты ЗОСТ и появлении коллапса стекловидного тела, особенно у пациентов со сверхвысокой миопией.

## 3.3. Состояние периферического витреоретинального интерфейса по результатам ультразвуковой биомикроскопии

Чтобы изучить состояние периферического витреоретинального интерфейса у пациентов с миопией высокой степени и катарактой до и после операции, использовали метод ультразвуковой биомикроскопии.

## 3.3.1. Состояние периферического витреоретинального интерфейса до операции

Нормальная акустическая картина периферии сетчатки выявлена в 14,9% случаев (15 глаз). Акустические изменения периферии сетчатки были диагностированы методом УБМ в 85,1% случаев (86 глаз) и проявлялись наличием периферического ретиношизиса различной степени выраженности. Начальный ретиношизис, характеризующийся наличием включений с внутренней стороны сетчатки, на этапе дооперационного обследования обнаружен в 11,9% (12 глаз) (рисунок 3).

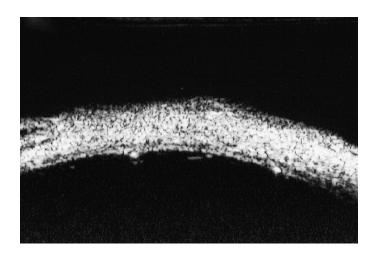


Рисунок 3 - Ультразвуковая биомикроскопия периферии сетчатки левого глаза пациента А., 1942 г.р., с миопией высокой степени и незрелой катарактой, ПЗО 26,72 мм. Начальный периферический ретиношизис — высота включений сетчатки 200 мкм, ширина 470 мкм

Прогрессирующий ретиношизис определялся в 7,9% (8 глаз) и проявлялся локальным расслоением сетчатки с проминенцией до 500 мкм и протяженностью от 50 до 500 мкм (рисунок 4).

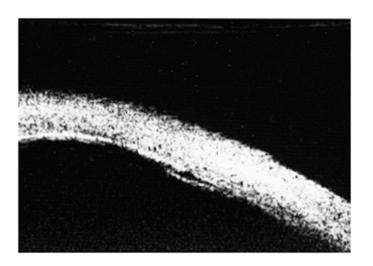


Рисунок 4 - Ультразвуковая биомикроскопия периферии сетчатки левого глаза пациента Ф., 1947 г.р., с миопией высокой степени и незрелой катарактой, ПЗО 27,82 мм. Прогрессирующий периферический ретиношизис высотой 270 мкм

Выраженный ретиношизис встречался наиболее часто в 65,3% случаев (66 глаз) и характеризовался расслоением сетчатки с проминенцией в полость

стекловидного тела более 500 мкм и протяженностью от одного сегмента до полной окружности (рисунок 5).

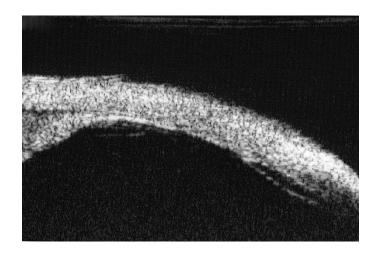


Рисунок 5 - Ультразвуковая биомикроскопия периферии сетчатки правого глаза пациента А., 1934 г.р., с миопией высокой степени и незрелой катарактой, ПЗО 29,86 мм. Выраженный периферический ретиношизис высотой 500 мкм, протяженностью 2 сегмента

Периферический ретиношизис с локализацией в наружных сегментах отличался большей высотой проминенции по сравнению с ретиношизисом, располагающимся во внутренних сегментах (таблица 7).

Таблица 7 — Морфометрические характеристики периферического ретиношизиса, выявленного методом УБМ, в I группе до операции  $(n=101,M\pm m,\,\text{мм})$ 

Сегменты	Верхне	Нижне	Верхне	Нижне
	внутренний	внутренний	наружный	наружный
Высота, мм	$0,27\pm0,02$	0,25±0,03	$0,43\pm0,05$	0,42±0,07
Протяженность,	4,06±0,41	4,13±0,69	3,41±0,42	2,85±0,45
MM				

Акустические изменения прилежащего к периферии сетчатки стекловидного тела обнаружены в 38,6% (39 глаз) и были представлены в

виде локальных помутнений различной формы, плавающих преретинально или фиксированных к оболочкам (рисунок 6).

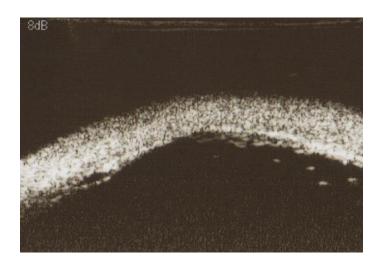


Рисунок 6 -Ультразвуковая биомикроскопия периферии сетчатки и прилежащего стекловидного тела левого глаза пациента П., 1952 г.р., с миопией высокой степени и начальной катарактой, ПЗО 27,34 мм. Преретинальные помутнения стекловидного тела

## 3.3.2.Состояние периферического витреоретинального интерфейса после операции

В послеоперационном периоде наблюдалось прогрессирование акустических изменений периферии сетчатки, выявленных методом УБМ (рисунок 7, таблица 8).

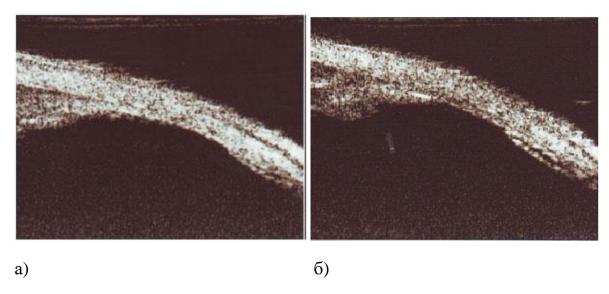


Рисунок 7 -Ультразвуковая биомикроскопия периферии сетчатки правого глаза пациента X., 1946 г.р., с миопией высокой степени и незрелой катарактой, ПЗО 26,45 мм. а) Периферический ретиношизис высотой 220 мкм, протяженностью 930 мкм (дооперационное обследование); б) Периферический ретиношизис высотой 250 мкм, протяженностью 940 мкм (через 6 месяцев после факоэмульсификации).

Таблица 8 - Динамика высоты ретиношизиса у пациентов I группы после факоэмульсификации по данным УБМ (n=86,М±m, мм)

	Сегменты	До операции	1 месяц	6 месяц
	локализации			
	РШЗ			
	Верхне-	0,25±0,03	0,25±0,02	0,31±0,04
Подгруппа 1	внутренний			
с высокой	Нижне-	$0,28\pm0,05$	$0,28\pm0,07$	0,30±0,1
миопией,	внутренний			
n=40	Верхне-	$0,39\pm0,07$	$0,39\pm0,1$	0,39±0,16*
	наружный			
	Нижне-	$0,38\pm0,1$	$0,38\pm0,18$	0,55±0,11***
	наружный			
Подгруппа 2	Верхне-	$0,30\pm0,03$	$0,34\pm0,04$	0,35±0,04***
	внутренний			
со	Нижне-	$0,24\pm0,03$	$0,29\pm0,05$	0,36±0,07*

сверхвысокой	внутренний			
миопией	Верхне-	$0,43\pm0,06$	$0,43\pm0,11$	0,53±0,08**
миопией,	наружный			
n=46	Нижне-	$0,37\pm0,10$	$0,35\pm0,09$	0,46±0,08**
	наружный			

Примечание: \*  $p \le 0.05$ , \*\*  $p \le 0.01$ , \*\*\*  $p \le 0.001$  - различия средних статистически значимы по результатам дисперсионного анализа по сравнению с состоянием до операции внутри каждой подгруппы.

Согласно результатам, представленным в таблице 8, отмечалосьстатистически значимое увеличение высоты РШЗ к 6-му месяцу наблюдения в подгруппе 1 в наружных сегментах, в подгруппе 2 во всех сегментах. Межгрупповые различия высоты РШЗ статистически не достоверны.

В послеоперационном периоде отмечалась тенденция к увеличению частоты появления локальных помутнений стекловидного тела в обеих подгруппах. Статистически значимое увеличение доли случаев с помутнениями стекловидного тела наблюдалось к 6-му месяцу в подгруппе 2 со сверхвысокой миопией (р≤0,05), в отличие от подгруппы 1 с высокой миопией.

Таким образом, с помощью ультразвуковой биомикроскопии у пациентов с миопией высокой степени и катарактой (I группа) проведена оценка состояния периферического витреоретинального интерфейса и диагностированы акустические изменения периферии сетчатки в 85,1% случаев (n=86), прилежащего к периферии сетчатки стекловидного тела в 38,6% случаев (n=39). Динамика акустических изменений периферического витреоретинального интерфейса в послеоперационном периоде носила негативный характер и проявлялась в увеличении высоты периферического ретиношизиса во всех сегментах при сверхвысокой миопии и в наружных сегментах при высокой миопии, а также увеличения частоты помутнений пристеночного стекловидного тела к 6-му месяцу наблюдения у пациентов со сверхвысокой миопией, в отличие от высокой миопии.

### 3.4.Изменения витреоретинального интерфейса центральной зоны глазного дна, выявленные оптической когерентной томографией

С целью изучения особенностей витреоретинального интерфейса центральной зоны глазного дна у пациентов с миопией высокой степени и начальной и незрелой катарактой (II группа) проведено исследование макулярной зоныметодом оптической когерентной томографии до операции, а также всем пациентам после операции в ранние и отдаленные сроки.

## 3.4.1. Изменения витреоретинального интерфейса центральной зоны глазного дна до операции

По данным ОКТ патологические изменения макулярной зоны различной степени выраженности наблюдались у подавляющего большинства пациентов второй группы (96,0%, 72 глаза). Наиболее частой патологией было наличие эпиретинальной мембраны в 89,3% случаев (67 глаз) (рисунок 8).

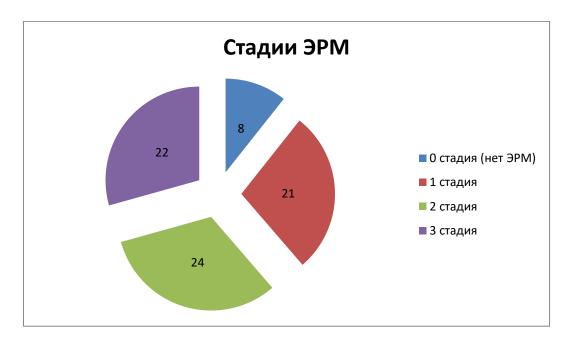


Рисунок 8 - Распределение ЭРМ по стадиям развития у пациентов второй группы на этапе дооперационного обследования

Согласно представленным данным на рисунке 7, у пациентов с миопией высокой степени и катарактой преобладали 2-я и 3-я стадии ЭРМ (61,3%), характеризующиеся тракционным воздействием на сетчатку с появлением ретинальных микроскладок (рисунок 9), отслоением ЭРМ от подлежащей сетчатой оболочки (рисунок 10), уплощением фовеального профиля. Высота отслоения ЭРМ от внутренней поверхности сетчатки составила 29,42±5,51 мкм. Наличие ретинальных микроскладок отмечалось в 34,7% случаев (26 глаз).

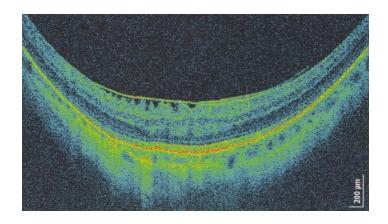


Рисунок 9 - ОКТ перифовеальной зоны сетчатки пациента С., 1949 г.р.с миопией высокой степени и начальной катарактой. ПЗО 29,05 мм. ЭРМ 3 стадии, тракционное воздействие со стороны ЭРМ в верхней перифовеа, ретинальные микроскладки

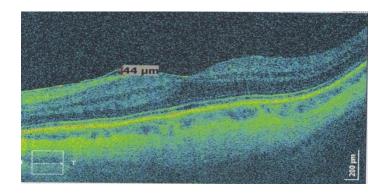


Рисунок 10 - ОКТ центральной зоны сетчатки пациента X., 1940 г.р. с миопией высокой степени и незрелой катарактой. ПЗО 28,29 мм. ЭРМ 3 стадии, высота отслоения ЭРМ 44 мкм

Фовеальный профиль сохранен в 54,7% случаев (41 глаз), уплощен в 33,3% случаев (25 глаз) (рисунок 11), деформирован за счет тракций со стороны ЭРМ в 12,0% случаев (9 глаз) (рисунок 12).

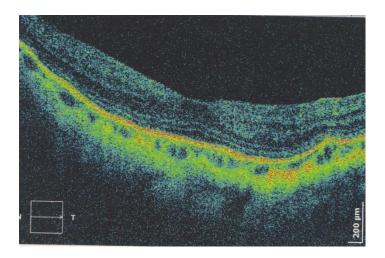


Рисунок 11 - ОКТ центральной зоны сетчатки пациента Ф., 1953 г.р. с миопией высокой степени и незрелой катарактой. ПЗО 27,82 мм. Уплощение фовеального профиля за счет тракционного воздействия со стороны ЭРМ, располагающейся в перифовеальных отделах, высота отслоения ЭРМ 164 мкм

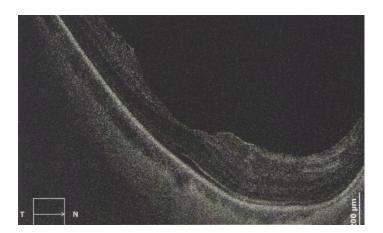


Рисунок 12 - ОКТ центральной зоны сетчатки пациента В., 1951 г.р.с миопией высокой степени и незрелой катарактой. ПЗО 26,76 мм. Деформация фовеального профиля за счет тракционного воздействия со стороны ЭРМ, высота отслоения ЭРМ 67 мкм

Частичная ЗОСТ с адгезией в фовеа обнаружена в пяти случаях (6,7%) (рисунок 13).

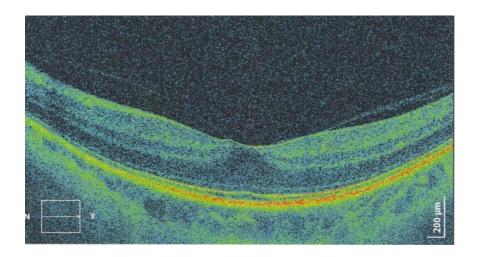


Рисунок 13 - ОКТ центральной зоны сетчатки пациента С. 1959 г.р., с миопией высокой степени и незрелой катарактой. ПЗО 26,72 мм. Задняя гиалоидная мембрана с адгезией в фовеа

Макулошизис отмечался в пяти случаях (6,7%) у пациентов со сверхвысокой миопией с величиной ПЗО более 28,00 мм. Высота макулошизиса варьировала от 93 до 222 мкм, протяженность от 315 до 4681 мкм, локализация — перифовеа и парафовеа (рисунок 14, 15).

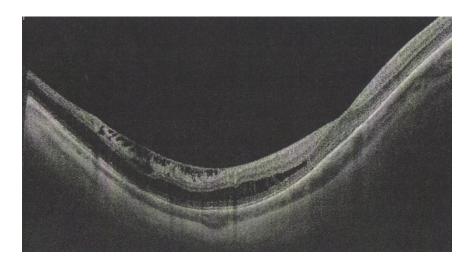


Рисунок 14 - ОКТ центральной зоны сетчатки пациента К., 1951 г.р., с миопией высокой степени и незрелой катарактой. ПЗО 28,79 мм. ЭРМ 3 стадии, высота отслоения ЭРМ 81 мкм. Макулошизис в темпоральных

отделах пери- и парафовеа, высотой 186 мкм, протяженностью — 4681мкм. Задняя стафилома

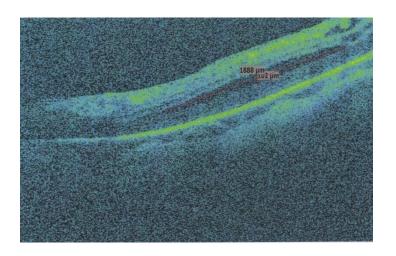


Рисунок 15 - ОКТ центральной зоны сетчатки пациента П., 1946 г.р., с миопией высокой степени и незрелой катарактой. ПЗО 28,61 мм. ЭРМ 3 стадии, высота отслоения ЭРМ 277 мкм. Макулошизис в верхних отделах перифовеа, высотой 102 мкм, протяженностью — 1888 мкм

У большинства пациентов была выявлена дезорганизации пигментного эпителия различной степени, что закономерно для высокой и сверхвысокой миопии. Разряжение ПЭ (рисунок 16), характеризовавшееся различной рефлективностью слоя, наблюдалось в 57,3% случаев (43 глаза). Деструкция ПЭ была обнаружена в 34,7% случаев (26 глаз) и проявлялась неравномерной толщиной слоя, наличием дефектов слоя от точечных до локальных зон полной атрофии ПЭ.Дезорганизации ПЭ сопутствовало разряжение эллипсоидной зоны фоторецепторов в 30,7% случаев (23 глаза, рисунок 16).

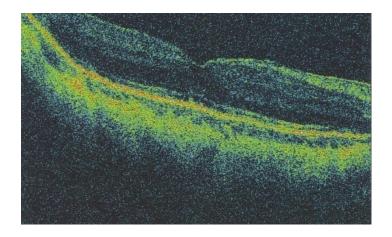


Рисунок 16 - ОКТ центральной зоны сетчатки пациента X., 1940 г.р., с миопией высокой степени и незрелой катарактой. ПЗО 28,67 мм. ЭРМ 3 стадии в назальных и нижних отделах пара- и перифовеа, разряжение ПЭ, разряжение эллипсоидной зоны фоторецепторов, гиперрефлективность хориоидеи

Гиперрефлективность хориоидеи (рисунок 16) по отношению к рефлективности ПЭ наблюдалась в 34,7% случаев (26 глаз). Истончение сосудистой оболочки отмечалось у всех пациентов Пгруппы (75 глаз, 100,0%), что закономерно для высокой и сверхвысокой миопии (рисунок 17). Субфовеальная толщина хориоидеи колебалась от 15 до 225 мкм, в среднем составила 94,8 мкм.

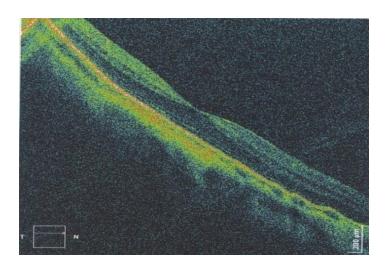


Рисунок 17 - ОКТ центральной зоны сетчатки пациента К., 1948 г.р., с миопией высокой степени и незрелой катарактой. ПЗО 27,77 мм.

Значительное истончение сосудистой оболочки (субфовеальная толщина хориоидеи 22 мкм)

Толщина сетчатки в центральной зоне фовеа в среднем составила 281,44±7,3 мкм. Значение толщины сетчатки по схеме ETDRS в четырех сегментах пара- и перифовеа радиусом 3 и 6 мм соответственно представлены в таблице9.

Таблица 9 - Толщина макулярной зоны у пациентов с миопией высокой степени и начальной или незрелой катарактой до операции (II группа, n=75, M±m, мкм)

Сегменты	Верхний	Нижний	Темпоральный	Назальный
Парафовеа	298,44±5,33	291,97±7,96	296,56±8,46	289,37±5,77
Перифовеа	252,71±5,17	240,15±7,04	257,10±8,46	254,26±5,85

## 3.4.2.Изменения витреоретинального интерфейса центральной зоны глазного дна после операции

За период послеоперационного наблюдения, по данным ОКТ, отмечается прогрессирование стадий ЭРМ, более выраженное в подгруппе 2 со сверхвысокой миопией, также доля случаев со 2-ой и 3-ей стадиями ЭРМ исходно и в послеоперационном периоде больше в подгруппе 2 с миопией сверхвысокой степени, в отличие от подгруппы 1 с миопией высокой степени.

В ходе динамического наблюдения отмечается прогрессирование ОКТизменений центральной зоны сетчатки в послеоперационном периоде, особенно в подгруппе 2 со сверхвысокой миопией (таблица 10).

Таблица 10 - Динамика патологии макулярной зоны сетчатки у пациентов II группы после факоэмульсификации по данным ОКТ (n=75)

Характер	Подгру	Сроки наблюдения			
изменений	ппа	До операции	1 месяц	6 месяц	
Высота	1, n=21	$18,91\pm 6,09$	$33,71 \pm 9,49$	37,31 ± 14,70*	
отслоения ЭРМ, мкм	2, n=25	$44,82 \pm 10,37$	66,61 ± 15,57*	83,65 ± 18,40***	
(M±m)					
Макулошизис,	1	0	2	2	
п случаев	2	5	7	8	
Уплощение	1	37,50	41,46	42,42	
фовеального профиля, п	2	50,01	71,43**	90,48**	
доля в %					
Патология	1	28,18	37,50	38,46	
пигментного эпителия, n	2	57,14	57,14	71,43*	
доля в %					
Микроскладки	1	27,27	41,67	38,46	
сетчатки, п	2	39,29	60,71*	77,27***	
доля в %					
Фокальный	1	2	5	7	
макулярный	2	4	11	13	
отек, п					
случаев					

Примечание: 1 - подгруппа с высокой миопией (n=50), 2 - подгруппа со сверхвысокой миопией (n=25); \*  $p \le 0.05$ , \*\*  $p \le 0.01$ ,\*\*\*  $p \le 0.001$  - различия средних статистически значимы по результатам дисперсионного анализа по сравнению с состоянием до операции внутри каждой подгруппы;\*  $p \le 0.05$ , \*\*  $p \le 0.01$ ,\*\*\*  $p \le 0.001$  - различия долей статистически значимы по критерию Макнемара Хи-квадрат по сравнению с состоянием до операции внутри каждой подгруппы.

Увеличение высоты отслоения эпиретинальной мембраны свидетельствует о нарастании тракционного воздействия со стороны ЭРМ,

что приводит к уплощению фовеального профиля, увеличению доли случаев микроскладок сетчатки и частоты макулошизиса, развитию фокального макулярного отека, особенно у пациентов со сверхвысокой миопией.

Таким образом, изучение витреоретинального интерфейса центральной зоны глазного дна с помощью ОКТ у пациентов с миопией высокой степени и начальной и незрелой катарактой позволило выявить широкий спектр изменений, проявляющихся наличии эпиретинальной мембраны, В макулошизиса, дезорганизации пигментного эпителия и фоторецепторов, истончения и гиперрефлективности хориоидеи. ОКТ-мониторинг состояния витреоретинального интерфейса центральной зоны глазного дна позволил прогрессирование макулярных изменений оценить после факоэмульсификации катаракты у пациентов с миопией высокой степени. Отмечается увеличение высоты отслоения эпиретинальной мембраны в послеоперационном периоде, что вызывает уплощение фовеального профиля, увеличение доли случаев микроскладок сетчатки и частоты макулошизиса, развитие фокального макулярного отека.

Полученные результаты изучения особенностей витреоретинального интерфейса центральной зоны и периферии глазного дна, а также состояния стекловидного тела и задней гиалоидной мембраны с помощью ультразвуковых (В-сканирование и ультразвуковая биомикроскопия) и оптических (ОКТ) методов исследования позволили определить параметрыпредикторы, участвующие в дальнейшем корреляционном анализе.

## Глава 4. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ИСХОДА ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИИ КАТАРАКТЫ У ПАЦИЕНТОВ С МИОПИЕЙ ВЫСОКОЙ СТЕПЕНИ

На втором этапе работы для решения задачи прогнозирования исходов операции пациенты были разделены на две группы с учетом того, что ультразвуковые методы исследования выполнимы при любой степени зрелости катаракты, а оптические методы – при достаточной прозрачности хрусталика. Для Ігруппы пациентов (n=101) с миопией высокой степени и катарактой различной степени зрелости прогноз строился на основании данных предоперационного обследования и ультразвуковых исследования (В-сканирование и УБМ). Для II группы пациентов (n=75) с миопией высокой степени И начальной И незрелой катарактой прогнозирование исходов операции проводили на основании предоперационного обследования, ультразвуковых (В-сканирование и УБМ) (OKT) Чтобы И оптических методов исследования. разработать факоэмульсификации, прогностические модели исходов помощью корреляционного анализа были изучены взаимосвязи послеоперационной остроты зрения с исходными морфофункциональными параметрами глаз в двух группах. В дальнейшем все значимо коррелирующие параметры включались в построение прогностических моделей с применением метода бинарной логистической регрессии. В завершении работы была проведена моделей диагностической ценности полученных послеоперационной остроты зрения у пациентов с миопией высокой степени методом ROC-анализа.

## 4.1. Изучение взаимосвязи послеоперационной остроты зрения с исходными морфофункциональными параметрами глаз у пациентов с миопией высокой степени

С помощью корреляционного анализа были выявлены исходные параметры взаимосвязанные с определенным уровнем остроты зрения после операции, на основании которых осуществлялось построение прогностических моделей в двух группах.

### 4.1.1. Изучение взаимосвязи послеоперационной остроты зрения с исходными морфофункциональными параметрами глаз в Ігруппе

Корреляционный анализ исходных параметров, полученных методами В-сканирования и УБМ, у пациентов І группы с определенным уровнем остроты зрения в ранние (1 месяц) и отдаленные (6 месяцев) сроки после операции выявил, что многие из них взаимосвязаны с высокой статистической значимостью (таблица 11).

Таблица 11 - Корреляционные взаимосвязи исходных морфофункциональных параметров с определенным уровнем послеоперационной МКОЗ у пациентов I группы (n=101) \*

Параметры	МКОЗ через 1 месяц после			МКОЗ через 6месяцев после				
	операции			операции				
	≥0,3	≥0,4	≥0,7	≥0,8	≥0,3	≥0,4	≥0,7	≥0,8
ПЗО	-0,310	-0,398	-0,409	-0,398	-0,375	-0,467	-0,408	-0,393
Сферо-	-	-0,214	-0,228	-0,217	-	-0,250	-0,236	-0,223
эквивалент								
Высота ЗОСТ	-	-	-0,352	-0,283	-	-	-0,362	-0,268
Задняя	-0,236	-0,282	-0,394	-0,444	-0,250	-0,321	-0,438	-0,404
стафилома								
Высота РШЗ,	-	-	-	-0,219	-	-	-	-
ВНС								
Длина РШЗ,	-	-	-	-0,233	-	-	-	-
ВНС								
Помутнения	0,212	-	-	-	-	-	-	-
CT, HC								

*Примечание:* \* в таблице приведены только статистически значимые коэффициенты корреляции (р≤0,05).

Закономерно, что во всех случаях у пациентов с миопией высокой степени и катарактой различной степени зрелости значимую роль играла величина переднезадней оси глаза: чем она больше, тем меньше вероятность достижения определенного уровня остроты зрения после операции, на что указывают отрицательные коэффициенты корреляции. Имела место обратная корреляция между сфероэквивалентом миопической рефракции и послеоперационной остротой зрения 0,4 и выше, однако этот параметр не столь универсален, как ПЗО, поскольку при зрелой и почти зрелой катаракте исследовать рефракцию глаза невозможно, а при незрелой катаракте при

определени сфероэквивалента существенную ошибку может вносить миопизация за счет изменения коэффициента преломления катарактального хрусталика. Высота ЗОСТ отрицательно коррелировала только с высоким уровнем послеоперационной остроты зрения ( $\ge 0.7$  и  $\ge 0.8$ ) как в ранние, так и в отдаленные сроки наблюдения. Чем больше высота отслойки задней гиалоидной мембраны, тем меньше вероятность достижения остроты зрения 0,7 и выше после операции. Отмечалась обратная корреляционная взаимосвязь между задней стафиломой и послеоперационной остротой стафиломы зрения. При наличии задней вероятность достижения определенного уровня послеоперационной остроты зрения снижалась, на что указывалиотрицательные коэффициенты корреляции. Причем наблюдалась тенденция к усилению данной взаимосвязи с более высокой остротой зрения как через 1 месяц, так и через 6 месяцев наблюдения.

Обнаружена обратная взаимосвязь между высотой и протяженностью ретиношизиса в верхненаружном сегменте и уровнем послеоперационной более 8,0 через остроты зрения месяц после факоэмульсификации. Установлена корреляционная связь между помутнениями пристеночного стекловидного тела в наружном сегменте и уровнем остроты зрения  $\ge 0.3$  через 1 месяц после операции. Не была выявлена корреляция между наличием адгезии задней гиалоидной мембраны и остротой зрения после операции, что связано возможно с малой частотой встречаемости данной патологии (7 глаз, 7%).

## 4.1.2. Изучение взаимосвязи послеоперационной остроты зрения с исходными морфофункциональными параметрами глаз во II группе

Проведенный корреляционный анализ параметров, полученных методами В-сканирования, УБМ и ОКТ, в исходном состоянии с определенным уровнем остроты зрения в ранние (1 месяц) и отдаленные (6

месяцев) сроки после операции показал, что многие из них взаимосвязаны с высокой статистической значимостью (таблица 12).

Таблица 12 - Корреляционные взаимосвязи исходных морфологических параметров с определенным уровнем послеоперационной остроты зрения у пациентов II группы (n=75)\*

Параметры	МКОЗ через 1 месяц после			МКОЗ через 6месяцев после				
	операции			операции				
	≥0,3	≥0,4	≥0,7	≥0,8	≥0,3	≥0,4	≥0,7	≥0,8
ПЗО	-0,476	-0,476	-0,322	-0,348	-0,476	-0,476	-0,322	-0,341
Высота ЗОСТ	-	-	-0,399	-0,327	-	-	-0,399	-0,319
Задняя	-0,292	-0,292	-0,359	-0,429	-0,292	-0,292	-0,359	-0,392
стафилома								
Длина РШЗ,	-	-	-	-0,312	-	-	-	-0,269
ВНС								
Высота	-0,275	-0,275	-0,318	-0,297	-0,275	-0,275	-0,318	-0,332
отслоения								
ЭРМ								
Деструкция	-	-	-0,383	-0,364	-	-	-0,383	-0,322
ЕП								
Разряжение	-	-	-0,309	-0,273	-	-	-0,309	-
ПЭ								
ГРХ	-0,318	-0,318	-0,251	-	-0,318	-0,318	-0,251	-0,267
CTX	0,260	0,260	0,395	0,316	0,260	0,260	0,395	0,351

*Примечание:* \* в таблице приведены только статистически значимые коэффициенты корреляции (р≤0,05).

Закономерно, что во всех случаях у пациентов с миопией высокой степени и начальной и незрелой катарактой значимую роль играет величина

переднезадней оси глаза: чем она больше, тем меньше вероятность достижения определенного уровня остроты зрения после операции, на что коэффициенты корреляции. отрицательные Высота 3OCT указывают отрицательно коррелировала только с высоким уровнем послеоперационной остроты зрения ( $\geq 0.7$  и  $\geq 0.8$ ). Чем больше была высота отслойки задней гиалоидной мембраны до операции, тем меньше вероятность достижения остроты зрения 0,7 и выше после операции. Отмечалась обратная корреляционная взаимосвязь между задней стафиломой послеоперационной остротой зрения. При наличии задней стафиломы вероятность достижения определенного уровня послеоперационной остроты на что указывали отрицательные коэффициенты снижалась, корреляции. Причем наблюдалась тенденция к усилению данной взаимосвязи с более высокой остротой зрения как через 1 месяц, так и через 6 месяцев наблюдения.

Обнаружена взаимосвязь между протяженностью ретиношизиса в верхненаружном сегменте и уровнем послеоперационной остроты зрения более 0,8 как в ранние, так и в отдаленные сроки после факоэмульсификации.

Достаточная прозрачность оптических сред для проведения ОКТ у пациентов II группы, позволила получить дополнительную информацию для прогнозирования послеоперационной остроты зрения. В результате анализа установлена значимая корреляционная связь между некоторыми ОКТ-параметрами анализируемыми макулярной зоны максимальнойкорригированной остротой зрения у пациентов с миопией высокой степени после факоэмульсификации катаракты. Так, чем больше высота отслоения эпиретинальной мембраны от поверхности сетчаткипо данным ОКТ, тем меньше вероятность достижения определенного уровня послеоперационном периоде, на что остроты зрения В указывают отрицательные коэффициенты корреляции.

Уровень послеоперационной остроты зрения зависел от состояния и сохранности ретинального пигментного эпителия в макулярной зоне. При наличии деструкции и разряжения ПЭ вероятность достижения высокой остроты зрения ( $\geq 0.7$  и 0.8) в ранние и отдаленные сроки после операции снижалась, на что указывают отрицательные коэффициенты корреляции. Обнаружена значимая обратная взаимосвязь между наличиемгиперрефлективности хориоидеи и определенным уровнем остроты зрения после операции. При наличии гиперрефлективности хориоидеи вероятность достижения высокого уровня остроты зрения после операции снижалась. Имела место прямая корреляция между субфовеальной толщиной хориоидеи и послеоперационной остротой зрения. Чем больше толщина хориоидеи в центре фовеа, тем выше вероятность достижения определенного уровня остроты зрения после операции, на что указывают положительные коэффициенты корреляции. Причем взаимосвязь усиливается с более высоким уровнем послеоперационной остроты зрения.

Высота и протяженность макулошизиса не имела взаимосвязи с послеоперационной остротой зрения, что возможно обусловлено локализацией ретиношизиса в периферических отделах макулы. Случаев наличия фовеашизиса ни у одного пациента не наблюдалось.

образом, проведенный корреляционный анализ позволил определить морфофункциональные параметры взаимосвязанные определенным уровнем остроты зрения после операции у пациентов с миопией высокой степени и катарактой. В І группе пациентов выявлены послеоперационной взаимосвязи остроты зрения следующими co параметрами: величиной переднезадней оси глаза, сфероэквивалентом миопической рефракции, высотой ЗОСТ, задней стафиломой, высотой и протяженностью ретиношизиса в верхненаружном сегменте, пристеночными помутнениями стекловидного тела в наружном сегменте. Во II группе пациентов выявлены взаимосвязи послеоперационной остроты зрения со

следующими параметрами: величиной переднезадней оси глаза, высотой ЗОСТ, задней стафиломой, протяженностью ретиношизиса в верхненаружном сегменте, высотой отслоения эпиретинальной мембраны, деструкцией и разряжением пигментного эпителия, гиперрефлективностью хориоидеи и субфовеальной толщиной хориоидеи. В связи с высокой информативностью данных, полученных методом ОКТ, во ІІ группе пациентов снизилось прогностическое значение такого фактора, как сфероэквивалент миопической рефракции, игравшего важную роль в І группе.

# 4.2. Построение прогностических моделей вероятности достижения определенного уровня остроты зрения после факоэмульсификации катаракты у пациентов с миопией высокой степени

Для решения прогнозирования визуального задачи исхода факоэмульсификации катаракты у пациентов с миопией высокой степени был где метод бинарной логистической регрессии, взаимосвязь между значимо коррелирующими параметрами-предикторами и остроты зрения определенным уровнем как наступившим ИЛИ ненаступившим событием.

Уравнение для оценки вероятности достижения определенного уровня остроты зрения после операции выглядит следующим образом (1):

$$y = expp / (1 + expp)$$
 (1),

где  $p = (b_0 + b_1 \cdot x_1 + ... + b_n \cdot x_n), b_0$  – свободный коэффициент,  $b_1, ... b_n$  - регрессионные коэффициенты независимых переменных  $x_1, ... x_n$ .

Предсказываемые значения для зависимой переменной больше или равны 0 и меньше или равны 1 при любых значениях независимых переменных, причем при у<0,5 прогнозируют низкую вероятность заданного

уровня остроты зрения (событие не наступит), а у≥0,5 - высокую вероятность (данная острота зрения будет достигнута).

#### 4.2.1. Построение прогностических моделей в I группе пациентов

На основании выявленных с помощью корреляционного анализа взаимосвязей послеоперационной остроты зрения и исходных параметров построены математические уравнения для заданных уровней остроты зрения (см. Приложение A).

Наиболее значимыми параметрами-предикторами для уровня остроты зрения ≥0,3 через 1 месяц после операции являлись величина переднезадней оси глаза, пристеночные помутнения стекловидного тела в наружном сегменте, задняя стафилома.

Прогностически значимыми параметрами-предикторами для остроты зрения ≥0,4 через 1 месяц после операции были величина переднезадней оси глаза, задняя стафилома и сфероэквивалент предоперационной миопической рефракции (в тех случаях, когда его можно было определить).

Для остроты зрения ≥0,7через 1 месяц после операции наиболее значимыми параметрами-предикторами оказались: величина переднезадней оси глаза, высота ЗОСТ, сфероэквивалент миопической рефракции (в тех случаях, когда его можно было определить), пристеночные помутнения стекловидного тела в наружном сегменте.

Наиболее значимыми параметрами-предикторами для уровня остроты зрения ≥0,8 через 1месяц после операции оказались: величина переднезадней оси глаза, высота ЗОСТ, сфероэквивалент миопической рефракции (в тех случаях, когда его можно было определить),высота ретиношизиса в верхненаружном сегменте, задняя стафилома.

Прогностически значимыми параметрами-предикторами для остроты зрения  $\geq 0,3$  через 6 месяцев после операции являлись: величина переднезадней оси глаза изадняя стафилома.

Для остроты зрения ≥0,4 через 6 месяцев после операции параметрыпредикторы остались прежние, что и через 1 месяц после факоэмульсификации, а именно: величина переднезадней оси глаза, задняя стафилома и сфероэквивалент миопической рефракции (в тех случаях, когда его можно было определить).

Остроту зрения ≥0,7 через 6 месяцев после операции детерминировали те же параметры-предикторы, что и через 1 месяц: величина переднезадней оси глаза, высота ЗОСТ, сфероэквивалент миопической рефракции(в тех случаях, когда его можно было определить), задняя стафилома.

Наиболее значимыми параметрами-предикторами для уровня остроты зрения ≥0,8 через 6 месяцев после операции оказались: величина переднезадней оси глаза, высота ЗОСТ, сфероэквивалент миопической рефракции (в тех случаях, когда его можно было определить), задняя стафилома.

Сравнительный анализ полученных прогностических моделей показал, что имелись предикторы, значимость которых не зависела от сроков наблюдения и заданного уровня остроты зрения. К ним относились величина переднезадней оси глаза и задняя стафилома. Данные предикторы встречаются во всех моделях. В то же время чем больше уровень заданной остроты зрения, тем наблюдался больший вклад других параметровпредикторов, детерминирующих послеоперационную остроту зрениякак в ранние, так и в отдаленные сроки после факоэмульсификации.

Проверка математических моделей в I группе методом «скользящего экзамена» показала, что отличия полученных результатов (по параметру точности прогноза) не превышали 10%.

Сравнительная характеристика информативности прогностических моделей представлена в таблице 13.

Таблица 13 - Прогностическая информативность математических моделейв I группе (n=101)

Прогнозируемая	Статистическая значимость (р)	% верных
острота зрения		прогнозов
≥0,3; 1 мес	X <sup>2</sup> =15,285 (p=0,002)	85%
	p<0,0001*	
≥0,3; 6мес	X <sup>2</sup> =10,985 (p=0,004);	83%
	p<0,0001*	
≥0,4; 1 мес	X <sup>2</sup> =13,258 (p=0,004);	90%
	p=0,0021*	
≥0,4; 6мес	X <sup>2</sup> =17,060 (p=0,001);	87%
	p<0,0001*	
≥0,7; 1 мес	X <sup>2</sup> =22,390 (p=0,001);	74%
	p<0,0001*	
≥0,7; 6 мес	X <sup>2</sup> =20,049 (p=0,001);	72%
	p<0,0001*	
≥0,8; 1 мес	X <sup>2</sup> =29,618 (p=0,000);	80%
	p<0,0001*	
≥0,8; 6-8 мес	X <sup>2</sup> =15,156 (p=0,004);	76%
	p<0,0001*	

*Примечание:*\*- достоверность по результатам ROC-анализа.

Как видно из таблицы 13, предлагаемые модели прогноза послеоперационной остроты зрения у пациентов с миопией высокой степени и катарактой характеризуются достаточной информативностью.

#### 4.2.2. Построение прогностических моделей во П группе пациентов

Статистически значимо взаимосвязанные параметры (предикторы) включались в прогностические модели, построение которых осуществлялось методом бинарной логистической регрессии. Для заданных уровней остроты зрения построены математические уравнения (см. Приложение Б).

Наиболее значимыми параметрами-предикторами для уровня остроты зрения не ниже 0,3 и 0,4 через 1 и 6 месяцев после операции оказались: величина переднезадней оси глаза, высота отслоения эпиретинальной мембраны, гиперрефлективность хориоидеи, задняя стафилома, субфовеальная толщина хориоидеи.

Для остроты зрения не ниже 0,7 через 1 месяц после операции наиболее значимыми параметрами-предикторами являлись: величина переднезадней оси глаза, высота ЗОСТ, высота отслоения эпиретинальной мембраны, деструкция пигментного эпителия, разряжение пигментного эпителия, гиперрефлективность хориоидеи, задняя стафилома, субфовеальная толщина хориоидеи.

Прогностически значимыми параметрами-предикторами для остроты зрения не ниже 0,7 через 6 месяцев после операции оказались: величина переднезадней оси глаза, высота ЗОСТ, высота отслоения эпиретинальной мембраны, деструкция пигментного эпителия, разряжение пигментного эпителия, гиперрефлективность хориоидеи.

Для остроты зрения не ниже 0,8 через 6 месяцев после операции наиболее значимыми параметрами-предикторами являлись: величина переднезадней оси глаза, высота ЗОСТ, протяженность ретиношизиса в верхненаружном сегменте, высота отслоения эпиретинальной мембраны, деструкция пигментного эпителия, гиперрефлективность хориоидеи.

Следует отметить, что при прогнозировании остроты зрения в ранний и отдаленный послеоперационный период значимость предикторов не различается для уровня остроты зрения 0,3 и 0,4. Однако предикторы

отличаются для остроты зрения 0,7 и 0,8. Высокий уровень остроты зрения (0,7 и выше) детерминируют помимо прочих предикторов высота ЗОСТ, а также деструкция и разряжение ПЭ, а для остроты зрения 0,8 играет роль протяженность ретиношизиса в верхненаружном сегменте.

Проверка математических моделей во II группе методом «скользящего экзамена» показала, что отличия полученных результатов (по параметру точности прогноза) не превышали 10%.

Сравнительная характеристика информативности прогностических моделей представлена в таблице 14.

Таблица 14 - Прогностическая информативность математических моделей группы (n=75)

Прогнозируемая	Статистическая значимость (р)	% верных
острота зрения		прогнозов
≥0,3; 1 мес	X <sup>2</sup> =21,220	96%
≥0,3; 6мес	(p=0,001);	
≥0,4; 1 mec	p<0,0001 (ROC-анализ)	
≥0,4; 6мес		
≥0,7; 1 мес	X <sup>2</sup> =15,965	73%
	(p=0,043);	
	p<0,0001 (ROC-анализ)	
≥0,7; 6мес	X <sup>2</sup> =18,262	79%
	(p=0,006);	
	p<0,0001 (ROC-анализ)	
≥0,8; 1 mec	Построить нельзя	-
≥0,8; 6мес	X <sup>2</sup> =20,146	73%
	(p=0,003);	
	p<0,0001 (ROC-анализ)	

Таким образом, предлагаемые модели прогноза послеоперационной остроты зрения у пациентов с миопией высокой степени и начальной или незрелой катарактой, при которых возможно выполнение ОКТ, характеризуются более высоким процентом верных прогнозов по сравнению с моделями, построенными только на данных УБМ и В-сканирования. Однако в случаях наличия выраженных помутнений хрусталика и невозможности выполнения ОКТ центральной зоны сетчатки до операции в клинической практике могут быть использованы прогностические модели, разработанные на основании ультразвуковых методов исследования.

### 4.3. Анализ диагностической ценности разработанных прогностических моделей методом ROC-анализа

Прогностические качества полученных моделей оценивались применением ROC-анализа на основе построения ROC-кривой, которая показывает зависимость количества верно классифицированных количества (чувствительность) OT положительных примеров верно классифицированных отрицательных примеров (специфичность). Иными словами, для полученных моделей прогноза чувствительность отражает долю случаев, при которых определенный уровень послеоперационной остроты зрения достигнут будет (положительный прогноз), а специфичность - долю случаев, у которых данного уровня остроты зрения не будет (отрицательный результат прогноза).

Эффективность прогностических моделей оценивалась по площади подROC-кривой (AUC). Теоретически данный показатель изменяется от 0,5 («бесполезная» модель) до 1 («идеальная» модель). Чем больше показатель AUC, тем лучшей прогностической силой обладает модель.

## 4.3.1. Анализ ROC-кривых для моделей прогноза остроты зрения в I группе пациентов

ROC-кривая для моделей прогноза остроты зрения не ниже 0,3 через 1 месяц после операции представлена на рисунке 18.

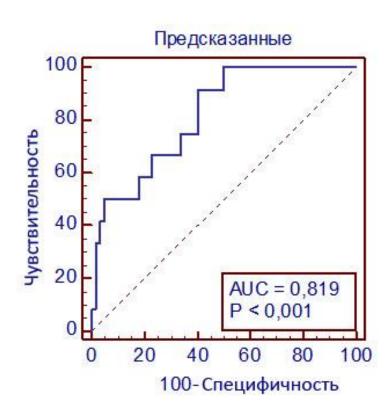


Рисунок 18 - Точность прогноза остроты зрения не ниже 0,3 через 1 месяц после факоэмульсификации у пациентов с миопией высокой степени и начальной или незрелой катарактой.

Для данной модели площадь под ROC-кривой оказалась равна 0,82, а уровень значимости отличия положения кривой от биссектрисы не превышал 5% (p<0,0001), что говорит о высокой информативности предлагаемых расчетов.

ROC-кривая для модели прогноза остроты зрения не ниже 0,4 через 1 месяц после операции представлена на рисунке 19.

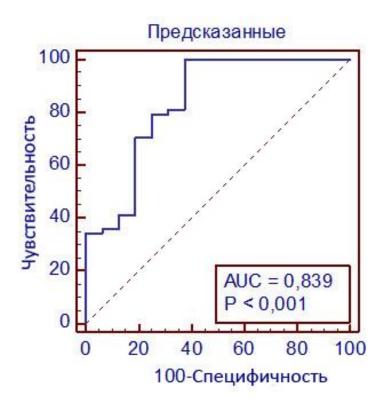


Рисунок 19 - Точность прогноза остроты зрения не ниже 0,4 через 1 месяц после факоэмульсификации у пациентов с миопией высокой степени и начальной или незрелой катарактой.

Площадь под ROC-кривой для данной модели составила 0,84, а уровень значимости отличия положения кривой от биссектрисы не превышал 5% (p<0,0001), что показывает достаточную информативность предлагаемых расчетов.

ROC-кривая для модели прогноза остроты зрения не ниже 0,7 через 1 месяц после операции представлена на рисунке 20.

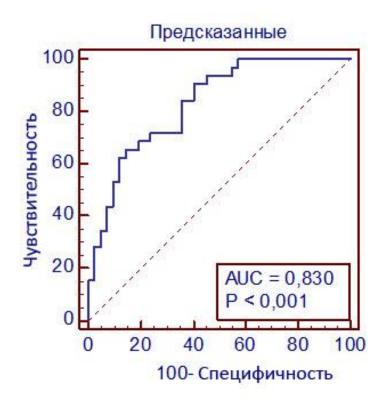


Рисунок 20 - Точность прогноза остроты зрения не ниже 0,7 через 1 месяц после факоэмульсификации у пациентов с миопией высокой степени и начальной или незрелой катарактой.

Для полученной модели площадь под ROC-кривой оказалась равна 0.83, а уровень значимости отличия положения кривой от биссектрисы не превышал 5% (p<0,0001), что свидетельствует о достаточной информативности предлагаемых расчетов.

ROC-кривая для модели прогноза остроты зрения не ниже 0,8 через 1 месяц после операции представлена на рисунке 21.

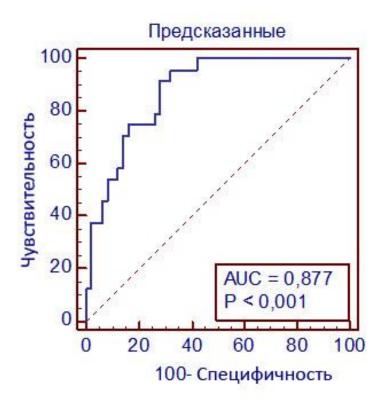


Рисунок 21 - Точность прогноза остроты зрения не ниже 0,8 через 1 месяц после факоэмульсификации у пациентов с миопией высокой степени и начальной или незрелой катарактой.

Площадь под ROC-кривой для данной модели составила 0,88, а уровень значимости отличия положения кривой от биссектрисы не превышал 5% (p<0,0001), что говорит о высокой информативности предлагаемых расчетов.

ROC-кривая для модели прогноза остроты зрения не ниже 0,3 через 6месяцев после операции представлена на рисунке 22.

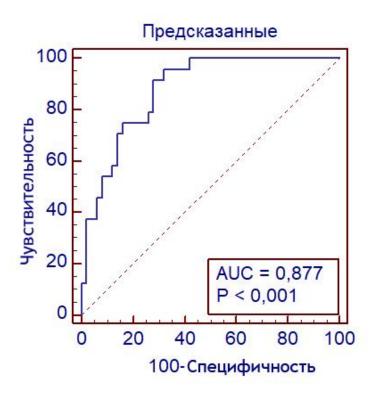


Рисунок 22 - Точность прогноза остроты зрения не ниже 0,3 через 6месяцев после факоэмульсификации у пациентов с миопией высокой степени и начальной или незрелой катарактой.

Для данной модели площадь под ROC-кривой оказалась равна 0.80, а уровень значимости отличия положения кривой от биссектрисы не превышал 5% (p<0,0001), что показывает достаточную информативность предлагаемых расчетов.

ROC-кривая для модели прогноза остроты зрения не ниже 0,4 через 6 месяцев после операции представлена на рисунке 23.

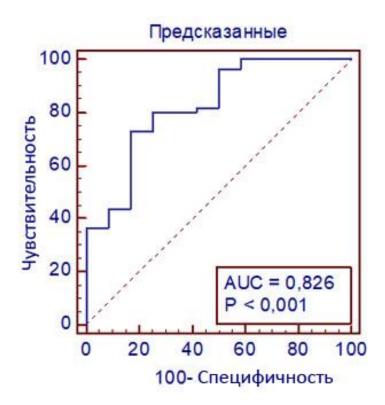


Рисунок 23 - Точность прогноза остроты зрения не ниже 0,4 через 6 месяцев после факоэмульсификации у пациентов с миопией высокой степени и начальной или незрелой катарактой.

Для полученной модели площадь под ROC-кривой оказалась равна 0.83, а уровень значимости отличия положения кривой от биссектрисы не превышал 5% (p<0,0001), что свидетельствует о достаточной информативности предлагаемых расчетов.

ROC-кривая для модели прогноза остроты зрения не ниже 0,7 через 6 месяцев после операции представлена на рисунке 24.

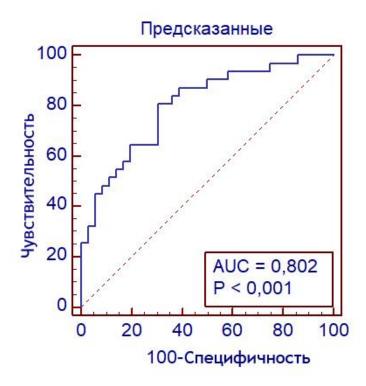


Рисунок 24 - Точность прогноза остроты зрения не ниже 0,7 через 6 месяцев после факоэмульсификации у пациентов с миопией высокой степени и начальной или незрелой катарактой.

Площадь под ROC-кривой для данной модели составила 0.80, а уровень значимости отличия положения кривой от биссектрисы не превышал 5% (p<0,0001), что говорит о достаточной информативности предлагаемых расчетов.

ROC-кривая для модели прогноза остроты зрения не ниже 0,8 через 6 месяцев после операции представлена на рисунке 25.

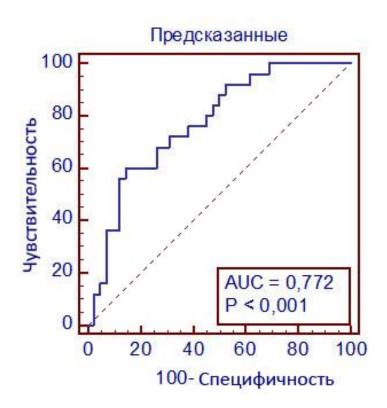


Рисунок 25 - Точность прогноза остроты зрения не ниже 0,8 через 6 месяцев после факоэмульсификации у пациентов с миопией высокой степени и начальной или незрелой катарактой.

Для данной модели площадь под ROC-кривой оказалась равна 0,77, а уровень значимости отличия положения кривой от биссектрисы не превышал 5% (p<0,0001), что показывает достаточную информативность предлагаемых расчетов.

## 4.3.2. Анализ ROC-кривых для моделей прогноза остроты зрения во II группе пациентов

ROC-кривая для моделей прогноза остроты зрения не ниже 0,3 и 0,4 через 1 месяц после операции представлена на рисунке 26.

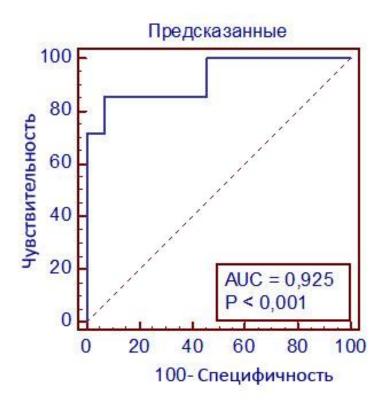


Рисунок 26 - Точность прогноза остроты зрения не ниже 0,3 и 0,4 через 1 месяц после факоэмульсификации у пациентов с миопией высокой степени и начальной или незрелой катарактой.

Для данной модели площадь под ROC-кривой оказалась равна 0,93, а уровень значимости отличия положения кривой от биссектрисы не превышал 5% (p<0,0001), что говорит о высокой информативности предлагаемых расчетов.

ROC-кривая для модели прогноза остроты зрения не ниже 0,7 через 1 месяц после операции представлена на рисунке 27.

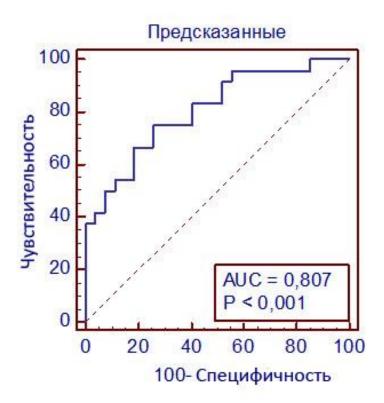


Рисунок 27 - Точность прогноза остроты зрения не ниже 0,7 через 1 месяц после факоэмульсификации у пациентов с миопией высокой степени и начальной или незрелой катарактой.

Площадь под ROC-кривой для данной модели составила 0.81, а уровень значимости отличия положения кривой от биссектрисы не превышал 5% (p<0,0001), что свидетельствует о достаточной информативности предлагаемых расчетов.

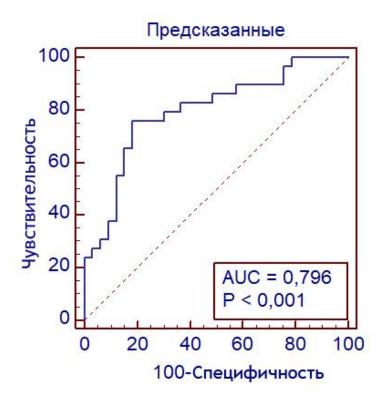
ROC-кривая для модели прогноза остроты зрения не ниже 0,3 и 0,4 через 6месяцев после операции представлена на рисунке 28.



Рисунок 28 - Точность прогноза остроты зрения не ниже 0,3 и 0,4 через 6месяцев после факоэмульсификации у пациентов с миопией высокой степени и начальной или незрелой катарактой.

Для полученной модели площадь под ROC-кривой оказалась равна 0,93, а уровень значимости отличия положения кривой от биссектрисы не превышал 5% (p<0,0001), что показывает достаточную информативносты редлагаемых расчетов.

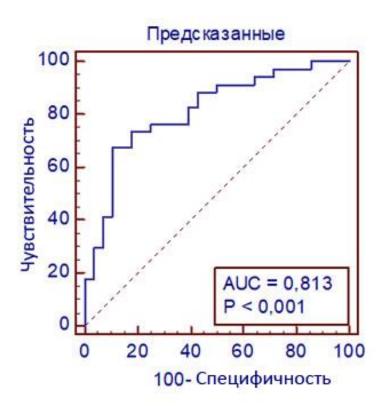
ROC-кривая для модели прогноза остроты зрения не ниже 0,7 через 6 месяцев после операции представлена на рисунке 29.



Рисунке 29 - Точность прогноза остроты зрения не ниже 0,7 через 6 месяцев после факоэмульсификации у пациентов с миопией высокой степени и начальной или незрелой катарактой.

Для данной модели площадь под ROC-кривой оказалась равна 0.80, а уровень значимости отличия положения кривой от биссектрисы не превышал 5% (p<0,0001), что говорит о достаточной информативности предлагаемых расчетов.

ROC-кривая для модели прогноза остроты зрения не ниже 0,8 через 6 месяцев после операции представлена на рисунке 30.



Рисунке 30 - Точность прогноза остроты зрения не ниже 0,8 через 6 месяцев после факоэмульсификации у пациентов с миопией высокой степени и начальной или незрелой катарактой.

Площадь под ROC-кривой для данной модели составила 0,81, а уровень значимости отличия положения кривой от биссектрисы не превышал 5% (p<0,0001), что свидетельствует о достаточной информативности предлагаемых расчетов.

Таким образом, диагностическая ценность полученных прогностических моделей вероятности достижения определенного уровня остроты зрения после факоэмульсификации у пациентов с миопией высокой степени и катарактой различной степени зрелости оказалась достаточно высокой. Однако, показатель AUC был больше в моделях, построенных на только УБМ и В-сканирования, OKT. основаниине данных Следовательно, предлагаемые модели прогноза послеоперационной остроты зрения у пациентов с миопией высокой степени и начальной или незрелой катарактой, при которых возможно проведение ОКТ, обладали лучшей прогностической силой.

Проверка математических моделей в двух группах методом «скользящего экзамена» показала, что отличия полученных результатов (по параметру точности прогноза) не превышали 10%.

Для применения в клинической практике была разработана программа для ЭВМ, производящая автоматизированный расчет результатов прогноза визуального исхода операции у пациентов с миопией высокой степени и катарактой различной степени зрелостипосле внесения необходимых данных дооперационного обследования. Работоспособность данной компьютерной программы демонстрируется следующими клиническими примерами.

Клинический пример 1. Пациент А., 1933 г.р.. Диагноз: Зрелая катаракта, Миопия высокой степени левого глаза. ПЗО 28,81 мм. МКОЗ до операции составила 0,04. Помимо стандартного офтальмологического обследования пациенту было проведено комплексное ультразвуковое исследование, включающее В-сканирование стекловидного тела и УБМ периферии сетчатки. Выполнить ОКТ центральной зоны сетчатки до операции не удалось в силу интенсивных помутнений хрусталика. Данные предоперационного обследования анализировались при помощи разработанной компьютерной программы (рисунок 31).

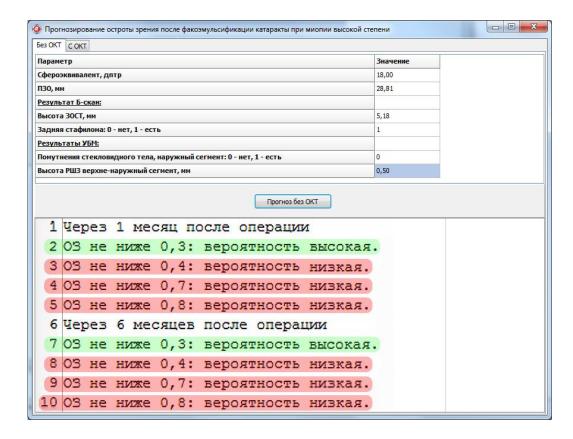


Рисунок 31- Скриншот расчета прогнозируемой послеоперационной остроты зрения у пациента А. 1933 г.р., ПЗО 28,81 мм, с диагнозом: Зрелая катаракта, Миопия высокой степени левого глаза

Согласно расчетам, максимальная острота зрения у данного пациента через 1 и 6 месяцев после операции с высокой вероятностью достигнет 0,3 и с низкой вероятностью 0,4;0,7 и 0,8. Таким образом, острота зрения через 1 и 6 месяцев прогнозировалась на уровне выше 0.3.Реальная 1 послеоперационная острота зрения через месяц после неосложненной факоэмульси фикации катаракты с имплантацией ИОЛ у данного пациента составила 0,3, через 6 месяцев - 0,3. Прогноз полностью совпал с полученными данными.

Клинический пример2. Пациент Б., 1953 г.р.. Диагноз: Незрелая катаракта, Миопия высокой степени правого глаза. ПЗО 28,45 мм. МКОЗ до операции составила 0,3. Достаточная прозрачность оптических сред позволила перед операцией по поводу катаракты выполнить не только ультразвуковые (В-сканирование, УБМ), но и оптические (ОКТ) методы

исследования. Данные предоперационного обследования анализировались при помощи разработанной компьютерной программы (рисунок 32).

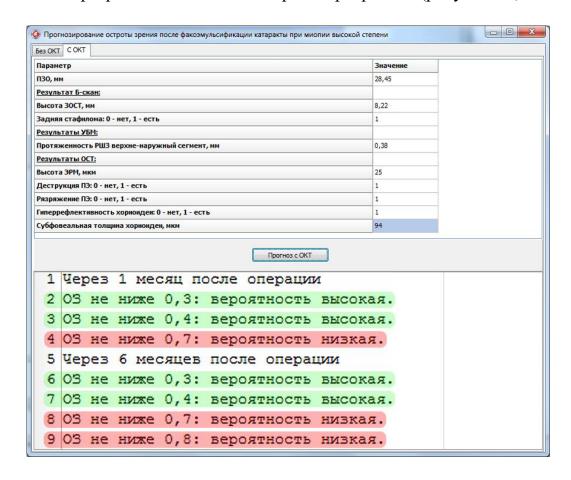


Рисунок 32- Скриншот расчета прогнозируемой послеоперационной остроты зрения у пациента Б. 1953 г.р., ПЗО 28,45 мм, с диагнозом: Незрелая катаракта, Миопия высокой степени правого глаза

Согласно расчетам, максимальная острота зрения у данного пациента через 1 месяц после операции с высокой вероятностью достигнет 0,4 и с низкой вероятностью 0,7. Аналогичный прогноз и через 6 месяцев после Таким образом, острота зрения через 1 и 6 месяцев прогнозировалась в диапазоне от 0,4 до 0,7. Реальная послеоперационная 1 6 И острота зрения через месяцев после неосложненной факоэмульси фикации катаракты с имплантацией ИОЛ у данного пациента, составила 0,5. Прогноз полностью совпал с полученными данными.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема миопии высокой степени в офтальмологии остается актуальной и в настоящее время, что связано с формированием целого ряда осложнений, приводящих к слабовидению и инвалидности [3, 44, 45]. Частота развития осложненной катаракты при миопии высокой степени составляет 15-55% [17, 29, 30, 51, 55, 65, 105]. На сегодняшний день факоэмульсификация хрусталика с имплантацией эластичной заднекамерной интраокулярной линзы является оптимальным методом хирургии осложненной катаракты при высокой миопии [17, 29, 30, 49, 57, 59, 67, 83, 104, 114, 160, 168, 212]. Выполнение факоэмульсификации у пациентов данной категории сопряжено с риском развития интраоперационных осложнений в связи с морфологическими особенностями миопического глаза: увеличенная глубина передней камеры, несостоятельность связочного аппарата хрусталика, снижение механической прочности задней капсулы хрусталика, субатрофичная радужка, высокая плотность ядра хрусталика, сниженная гемоперфузионная устойчивость сосудов к перепаду давления жидкости в камерах глазного яблока [38, 51, 55, 65, 76, 129]. Осложнениями послеоперационного периода у пациентов с миопией высокой степени являются: развитие макулярного отека, субретинальной неоваскулярной мембраны, вторичной катаракты, отслойки сетчатки, прогрессирование витреальной деструкции, периферических хориоретинальных дистрофий, атрофических изменений пигментного эпителия и хориоидеи [3, 8, 38, 76, 120, 175, 196, 198, 230].

Сочетание катаракты с миопией высокой степени не всегда дает возможность предсказать визуальные исходы факоэмульсификации с имплантацией ИОЛ из-за возможного наличия патологических изменений в центральной области сетчатки.

Современные методы диагностики такие, как ультразвуковое Всканирование [52-54, 67, 68], ультразвуковая биомикроскопия [18, 192], оптическая когерентная томография [2, 7, 24, 67, 79, 80, 87, 109, 121, 182, 189], особенности витреоретинального **ТОЗВОЛЯЮТ** детально изучить интерфейса у пациентов с миопией высокой степени. Однако остаются недостаточно изученными возможности ультразвуковых (В-сканирование и УБМ) и оптических (ОКТ) методов исследования в вопросе прогнозирования функциональных исходов факоэмульсификации катаракты у пациентов с миопией высокой степени. В доступной литературе не обнаружено работ, отражающих изучение взаимосвязи послеоперационной остроты зрения с параметрами, выявленными исходными c ПОМОЩЬЮ ультразвуковой биомикроскопии, В-сканирования и оптической когерентной томографии, у пациентов с миопией высокой степени.

Вышеизложенное обусловило актуальность, целесообразность и своевременность проведения настоящих исследований, определило их цель и задачи.

*Цель работы*: разработать методику прогнозирования функциональных исходов факоэмульсификации катаракты при миопии высокой степени на основе анализа анатомо-топографических параметров глазного яблока и витреоретинального интерфейса с помощью ультразвуковых и оптических методов исследования.

Для выполнения поставленной цели на первом этапе исследования был проведен анализ результатов офтальмологического обследования пациентов с катарактой и миопией высокой степени, проведенного с помощью диагностического алгоритма (см. Приложение В), включающего стандартные методы, а также ультразвуковые и оптические методы исследования витреоретинального интерфейса, с целью набора параметров-предикторов, участвующих в дальнейшем корреляционном анализе. Методом ультразвукового В-сканирования исследовалось состояние стекловидного

тела задней гиалоидной мембраны, методом ультразвуковой И биомикроскопии оценивались изменения крайней периферии сетчатки и их взаимоотношения с прилежащим стекловидным телом, методом оптической когерентной томографии изучались изменения витреоретинального интерфейса центральной зоны глазного дна у пациентов с миопией высокой степени до и после неосложненной факоэмульсификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы.

Лалее соответствии c задачами исследования помошью корреляционного изучалась взаимосвязь послеоперационной анализа остроты зрения с исходными морфофункциональными параметрами глаз упациентов с миопией высокой степени в сочетании с катарактамиразличной степени зрелости. На завершающем этапе исследования методом бинарной логистической регрессии были разработаны прогностические модели вероятности достижения определенного уровня остроты зрения после факоэмульсификации катаракты у данной неосложненной пациентов ипроведена оценка их диагностической ценности методом ROCанализа.

Для реализации поставленных задач у 101-го пациента (101 глаз) с катарактой различной степени зрелости в сочетании с миопией высокой степени, которые находились на лечении в Тамбовском филиале ФГАУ «Микрохирургия «НМИЦ «MHTK глаза» им. акад. С.Н.Федорова» 2015-2017 Минздрава России ГΓ.. проводилось комплексное офтальмологическое обследование до и в различные сроки после операции факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ. Обследование включало как стандартные, так и специальные офтальмологическиеметоды представляющие собой диагностический исследования, алгоритм комплексной диагностики пациентов с миопией высокой степени и катарактой: ультразвуковое В-сканирование стекловидного тела и задней гиалоидной мембраны, ультразвуковую биомикроскопию периферии

сетчатки и прилежащего стекловидного тела, при достаточной прозрачности оптических сред — исследование центральной зоны сетчатки методом оптической когерентной томографии. Обследование пациентов проводилось до операции, в первые дни послеоперационного периода, через 1 и 6 месяцев.

Всем пациентам была выполненанеосложненная ультразвуковая факоэмульсификация катаракты с имплантацией заднекамерной интраокулярной линзы.

Клинические исследования проведены в соответствии с Хельсинской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этнические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» (1964г., с поправками 2000г.) и Федеральным законом Российской Федерации от 21 ноября 2011г. №323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».

Статистическую обработку полученных данных осуществляли программе «Statistica 10.0». Значения данных представлены  $M\pm m$ , где Mсреднее арифметическое, т – стандартная ошибка среднего. Оценку статистической значимости различий между средними проводили с использованием t-критерия Стьюдента и критерия Хи-квадрат. Для решения задачи прогнозирования благоприятного исхода (достижения определенного уровня остроты зрения к определенному сроку после операции) был применен метод бинарной логистической регрессии. Выбор предикторов осуществляли по результатам предварительного корреляционного анализа. (cross-validation) Проверка адекватности статистической модели осуществлялась путем применения процедуры «скользящего экзамена» поочередного удаления наблюдений (25%) и пересчета модели. Отличия полученных результатов (по параметру точности прогноза) не превышали 10%. Функция потерь вычислялась методом максимального правдоподобия, метод нелинейного оценивания – квазиньютоновский.

Как показали результаты дооперационного обследования, у пациентов с катарактой на фоне миопии высокой степени в большинстве случаев наблюдались витреоретинальные изменения различной степени выраженности. По данным В-сканирования отслойка задней гиалоидной мембраны имела место в 96-ти случаях (95,0%), что согласуется с данными литературы [3, 54, 67, 68, 194], а высота ЗОСТ в среднем составила 4,97±0,26 мм. По мнению ряда авторов, высота отслоенного заднего гиалоида определяет степень смещения стекловидного тела OT сетчатки выраженность дистрофических процессов в стекловидном теле [52-54]. Задняя стафилома, отражающая дегенеративные изменения склеры морфологически ассоциированая c хориоретинальной атрофией миопической макулопатией [111], была зафиксирована в 65-ти случаях (64,4%), что аналогично результатам, встречающимся в научных работах [147, 184, 186]. Акустические изменения периферии сетчатки были диагностированы методом УБМ в 85,1% случаев (86 глаз) и проявлялись наличием периферического ретиношизиса. Локальные помутнения стекловидного тела, плавающие преретинально или фиксированные к оболочкам, были обнаружены в 38,6% (39 глаз). Полученные результаты согласуются с работой Винник Н.А. (2014), в которой автор выявила методом УБМ изменения периферической зоны сетчатки при начальной катаракте у пациентов с миопией в 93% случаев (в исследование было включено 14 глаз), изменения прилежащего к периферии сетчатки стекловидного тела в 42%. Морфологическое исследование, проведенное автором, позволило расценить диагностированные УБМ-изменения сетчатки как периферический ретиношизис[18].

Наиболее частой патологией центральной зоны сетчатки у пациентов с миопией высокой степени в сочетании с помутнениями хрусталика, не препятствовавшими выполнению ОКТ до операции, было наличие эпиретинальной мембраны в 89,3% случаев (67 глаз), что несколько

превышает частоту выявления данных патологических изменений в работе Порхановой А.В. (2011), где встречаемость эпиретинальной мембраны, выявленной методом ОКТ, при миопии высокой степени в сочетании с катарактой составила 46% [24]. Возможно данный факт связан с тем, что начальная ЭРМ и уплотнение ВПМ трактуются по-разному: одни авторы относят характерные изменения на ОКТ к начальной стадии ЭРМ, другие - к уплотнению ВПМ. Высота отслоения ЭРМ от внутренней поверхности сетчатки является индикатором выраженности и предиктором тяжести тракционной миопической макулопатии [24]. Увеличение данного показателя свидетельствует о нарастании тракционного воздействия со стороны ЭРМ, что приводит к уплощению фовеального профиля, увеличению доли случаев микроскладок сетчатки и частоты макулошизиса, развитию макулярного отека, особенно у пациентов со сверхвысокой миопией, и вызывает снижение зрительных функций.

Выявленная высота отслоения ЭРМ составила в среднем 29,42±5,51 мкм. У большинства пациентов была зафиксирована дезорганизация пигментного эпителия различной степени, что закономерно для высокой и сверхвысокой миопии и совпадает с данными литературы [67]. Истончение хориоидеи в макулярной зоне, по данным ОКТ, наблюдалось в 100,0% (75 глаза), что характерно для осевой высокой миопии [7, 133, 219]. Субфовеальная толщина хориоидеи колебалась от 15 до 225 мкм, в среднем составила 94,8 мкм, при этом данный проказатель, по мнению ряда ученых, является предиктором тяжести миопической макулопатии, а ее истончение ассоциировано со снижением остроты зрения при миопии [196, 221].

За период послеоперационного наблюдения, по данным Всканирования определялось увеличение высоты ЗОСТ, особенно у пациентов со сверхвысокой миопией (ПЗО более 28,00 мм), появление коллапса стекловидного тела в отдаленные сроки после операции. К 6-му месяцу наблюдения отмечалось статистически значимое увеличение высоты РШЗ, диагностированного методом УБМ, а также статистически значимое увеличение доли случаев с пристеночными помутнениями стекловидного тела. Мониторинг ОКТ-изменений центральной зоны сетчатки выявил статистически значимое увеличение высоты отслоения ЭРМ, микроскладок профиля, фовеального частоты сетчатки, уплощения макулошизиса вследствие усиления тракционного воздействия со стороны ЭРМ в послеоперационном периоде. Выявленные отдаленном качественные изменения согласуются с результатами работ ряда авторов, которые описали симптоматику контрактуры ЭРМ по данным ОКТ, проявляющейся в увеличении толщины и оптической плотности мембраны и приводящей к утолщению сетчатки, «зубчатой деформации» подлежащей сетчатки, развитию макулярного ретиношизиса, макулярных разрывов и отека [67, 68].

Проведенный корреляционный анализ исходных параметров с определенным уровнем остроты зрения в ранние (1 месяц) и отдаленные (6 месяцев) сроки после операции показал, что многие из них взаимосвязаны с высокой статистической значимостью. В доступной литературе работ, посвященных изучению взаимосвязи послеоперационной остроты зрения с исходными морфофункциональными параметрами глаз у пациентов с миопией высокой степени, подвергшихся факоэмульсификации катаракты, не обнаружили.

Статистически значимо взаимосвязанные параметры (предикторы) прогностические включены В модели, построение осуществлялось методом бинарной логистической регрессии, где изучалась взаимосвязь между всеми значимо коррелирующими параметрами определенным уровнем остроты зрения как наступившим или ненаступившим событием.

При невозможности выполнения ОКТ из-за недостаточной прозрачности катарактального хрусталика наиболее значимыми параметрами-предикторами для прогнозирования максимальной

корригированной остроты зрения через 1 месяц после операции оказались: для всех уровней остроты зрения – величина переднезадней оси глаза; для MKO3  $\geq 0.3$ ,  $\geq 0.4$  и  $\geq 0.8$  - задняя стафилома. Дополнительные предикторы для МКОЗ  $\ge 0.3$  и  $\ge 0.7$  – помутнения стекловидного тела в наружном сегменте, для MKO3  $\geq 0.4$  и  $\geq 0.7$  – сфероэквивалент предоперационной миопической рефракции (при возможности его измерения), ДЛЯ МКО3  $\geq 0.8$ сфероэквивалент миопической рефракции ивысота ретиношизиса В верхненаружном сегменте.

Прогностически значимыми параметрами-предикторами для прогнозирования всех уровней максимальной корригированной остроты зрения через 6 месяцев после операции являлись величина переднезадней оси глаза и задняя стафилома. Дополнительные предикторы для уровня остроты зрения  $\geq 0,4$  — сфероэквивалент миопической рефракции, для уровня остроты зрения  $\geq 0,7$  и  $\geq 0,8$  — высота ЗОСТ и сфероэквивалент миопической рефракции.

Полученные модели прогноза послеоперационной остроты зрения имели высокий процент верных прогнозов, который находился в диапазоне от 72% до 90% для разных уровней остроты зрения.

Придостаточной для проведения ОКТ прозрачности оптических сред у пациентов с миопией высокой степени прогностические модели строились из следующих предикторов. Наиболее значимыми параметрами-предикторами для уровня остроты зрения не ниже 0,3 и 0,4 через 1 и 6 месяцев после операции оказались: величина переднезадней оси глаза; высота отслоения эпиретинальной мембраны; повышенная рефлективность хориоидеи; задняя стафилома; субфовеальная толщина хориоидеи. Для остроты зрения не ниже 0,7 через 1 месяц после операции наиболее значимыми параметрами-предикторами являются: величина переднезадней оси глаза; высота ЗОСТ; высота отслоения эпиретинальной мембраны; деструкция пигментного эпителия; разряжение пигментного эпителия; повышенная рефлективность

хориоидеи; стафилома; субфовеальная задняя толщина хориоидеи. Прогностически значимыми параметрами-предикторами для остроты зрения не ниже 0,7 через 6 месяцев после операции оказались: переднезадней оси глаза; высота ЗОСТ; высота отслоения эпиретинальной мембраны; деструкция пигментного эпителия; разряжение пигментного эпителия; повышенная рефлективность хориоидеи. Для остроты зрения не ниже 0,8 через 6 месяцев после операции наиболее значимыми параметрамипредикторами являются: величина переднезадней оси глаза; высота ЗОСТ; протяженность ретиношизиса в верхненаружном сегменте; высота отслоения эпиретинальной мембраны; деструкция пигментного эпителия; повышенная рефлективность хориоидеи.

Полученные модели прогноза послеоперационной остроты зрения имели высокий процент верных прогнозов, который находился в диапазоне от 72% до 96% для разных уровней остроты зрения.

Оценку эффективности полученных моделей проводили cROC-анализа. Площадь ROC-кривой использованием ПОД ДЛЯ моделейпрогноза послеоперационной остроты зрения у пациентов с катарактамии миопией высокой степени, построенными без данных ОКТ составила от 0,77 до 0,88, а уровень значимости отличия положения кривой от биссектрисы не превышал 5% (р<0,0001), что говорит о достаточной информативности предлагаемых расчетов. У пациентов с начальными и незрелыми катарактами и миопией высокой степени, где была возможность выполнить исследование методом ОКТ, показатель AUC составил от 0,80 до 0,93, а уровень значимости отличия положения кривой от биссектрисы не превышал5% (p<0,0001),высокой ЧТО также свидетельствует o информативности предлагаемых расчетов.

Таким образом, предложенные прогностические модели вероятности достижения определенного уровня остроты зрения после

факоэмульсификации у пациентов с миопией высокой степени и катарактой различной степени зрелости имеют высокую диагностическую ценность.

Проведенный диагностический алгоритм комплексной дооперационной диагностики пациентов с миопией высокой степени и катарактой с помощью стандартных ультразвуковых (ультразвуковая методов, также биомикроскопия периферии сетчатки, ультразвуковое В-сканирование стекловидного тела и задней гиалоидной мембраны), а при достаточной прозрачности хрусталика- оптических (оптическая когерентная томография центральной зоны сетчатки) методов исследования, позволил определить выявленные предикторы послеоперационной остроты зрения, к которым относятся переднезадняя ось глаза, наличие задней стафиломы, высота эпиретинальной мембраны, гиперрефлективность И сниженная субфовеальная толщина хориоидеи, высота ЗОСТ, разряжение и деструкция пигментного эпителия, высота И протяженность ретиношизиса В верхненаружном сегменте.

Для удобства применения в клинической практике результатов данной работы, была разработана программа для ЭВМ, производящая автоматизированный расчет результатов прогноза функционального исхода операции у пациентов с миопией высокой степени и катарактой различной степени зрелости после внесения необходимых данных дооперационного обследования.

Таким образом, разработанную методику прогнозирования функциональных исходов факоэмульсификации у пациентов с катарактой и миопией высокой степени, включающую прогностические модели и компьютерную программу, можно эффективно использовать в клинической практике при соблюдении описанного подхода в изучении параметров дооперационного обследования (диагностического алгоритма).

#### **ВЫВОДЫ**

- 1. Ультразвуковое В-сканирование до операции позволило выявить факторы, оказывающие значимое влияние на послеоперационную остроту зрения у пациентов с катарактой и миопией высокой степени, а именно: высоту отслойки задней гиалоидной мембраны, наличие задней стафиломы, диагностированные в 95,0 и 64,4% случаев соответственно. Использование ультразвуковой биомикроскопии выявило изменения на периферии сетчатки в 85,1% случаев.
- 2. Оптическая когерентная томография позволила выявить изменения центральной зоны сетчатки у 96,0% пациентов с миопией высокой степени в дооперационном периоде: эпиретинальную мембрану в 89,3%, разряжение и деструкцию пигментного эпителия в 57,3 и 34,7% соответственно, субфовеальное истончение хориоидеи в 100,0%.
- 3. Установлено, что предикторами послеоперационной остроты зрения при катаракте в сочетании с миопией высокой степени являются увеличенная переднезадняя ось глаза, наличие задней стафиломы, 3OCT. эпиретинальной высота высота отслоения мембраны, гиперрефлективность и сниженная субфовеальная толщина хориоидеи, разряжение И деструкция пигментного эпителия, высота И протяженность ретиношизиса в верхненаружном сегменте.
- 4. На основании разработанных прогностических моделей вероятности достижения определенного уровня остроты зрения после факоэмульсификации у пациентов с катарактой и миопией высокой степенибыла создана компьютерная программа, позволяющая с точностью от 72 до 96% прогнозировать остроту зрения в ближайшем и отдаленном послеоперационном периоде у данной категории больных.
- 5. Полученные модели прогноза послеоперационной остроты зрения обладают высокой диагностической ценностью, что подтверждено

результатами ROC-анализа [показатель AUC составил от 0,77 до 0,93, а уровень значимости отличия положения кривой от биссектрисы не превышал 5% (p<0,0001)].

# ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

- 1. B дооперационного обследования программу пациентов c помутнениями хрусталика в сочетании с миопией высокой степени целесообразно включать ультразвуковое В-сканирование с целью оценки высоты ЗОСТ, наличия задней стафиломы и ультразвуковую биомикроскопию И протяженности ДЛЯ оценки высоты периферического ретиношизиса в верхненаружном сегменте, наличия пристеночных помутнений стекловидного тела в наружном сегменте.
- 2. При начальной и незрелой катаракте и достаточной прозрачности оптических сред целесообразно дополнительно использовать оптическую когерентную томографиюдля измерения высоты отслоения эпиретинальной мембраны, субфовеальной толщины хориоидеи, в ходе исследования необходимо отметить наличие деструкции и разряжения пигментного эпителия, гиперрефлективности хориоидеи.
- 3. Для прогнозирования послеоперационной остроты зрения у пациентов с миопией высокой степени и катарактой различной степени зрелости целесообразно использовать разработанную компьютерную программу, которая после внесения данных, полученных в ходе разработанного диагностического алгоритма комплексной дооперационной диагностики пациентов с миопией высокой степени и катарактой, произведет автоматизированный расчет результатов прогноза функционального исхода операции.
- 4. С целью повышения точности прогнозирования функциональных исходов факоэмульсификации у пациентов с катарактой в сочетании с миопией высокой степени, оперативное лечение предпочтительно

проводить при такой выраженности помутнений в хрусталике, которые позволяют выполнить ОКТ исследование центральной области глазного дна.

# СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВАК – высшая аттестациионная комиссия

ВМД – возрастная макулярная дегенерация

ВНС – верхненаружный сегмент

ВПМ – внутренняя пограничная мембрана

ГРХ – гиперрефлективность хориоидеи

ЗОСТ – задняя отслойка стекловидного тела

ИОЛ – интраокулярная линза

МКОЗ – максимальная корригированная острота зрения

НС – наружный сегмент

ОКТ – оптическая когерентная томография

ПВХРД – периферические витреохориоретинальные дегенерации

ПЗО – переднезадняя ось

ПХРД – периферические хориоретинальные дегенерации

ПЭ – пигментный эпителий

ПЭС – псевдоэксфолиативный синдром

ПЭЧ – порог электрической чувствительности

РФ – Российская Федерация

РШЗ – ретиношизис

СТХ – субфовеальная толщина хориоидеи

УБМ – ультразвуковая биомикроскопия

ФЭК-факоэмульсификация катаракты

ЭЛ – электрическая лабильность

ЭРМ – эпиретинальная мембрана

ЭРГ –электроретинография

CDE – cumulative dissipated energy – показатель кумулятивной рассеянной энергии

DD – disk diametr – диаметр диска зрительного нерва

ETDRS – Early Treatment Diabetic Retinopathy Study – исследование раннего лечения диабетической ретинопатии; схема ETDRS разделяет макулярную область на 9 стандартных зон.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Аветисов, С.Э. Ультразвуковая визуализация кист плоской части цилиарного тела / С.Э. Аветисов, А.Р. Амбарцумян // Вестник офтальмологии. 2011. Т. 127, №1. С. 3-6.
- Аветисов, С.Э. Анализ изменений центральной зоны глазного дна при миопии по данным флюоресцентной ангиографии и оптической когерентной томографии / С.Э. Аветисов, М.В. Будзинская, О.А. Жабина, И.В. Андреева и др. // Вестник офтальмологии. 2015. Т. 131, №4. С. 38-48.
- 3. Аветисов, Э.С. Близорукость / Э.С. Аветисов. М.: Медицина, 2002. 288 с.
- Азнабаев, М.Т. Экспериментальное изучение эффективности силиконового протектора для защиты стекловидного тела и сетчатки при факоэмульсификации / М.Т. Азнабаев, Д.Г. Кувандыкова, Г.Р. Шакирова // Вестник офтальмологии. 2003. Т. 119, №5. С. 34-37.
- Алексеев, И.Б. Стекловидное тело. Строение, патология и методы хирургического лечения (обзор литературы) / И.Б. Алексеев, В.Е. Белкин, А.И. Самойленко, А.А. Гулария // Новости глаукомы. 2015. Т. 33, №1. С. 69.
- Алишунин, Л.В. Поиски прогностических критериев высокого риска формирования регматогенных периферических витреохориоретинальных дистрофий у лиц с миопией / Л.В. Алишунин, Е.Л. Сорокин, О.В. Данилов // Вестник ОГУ. 2010. №12. С. 11-13.
- Астахов, Ю.С. Толщина хориоидеи при миопии различной степени / Ю.С. Астахов, С.Г. Белехова // Офтальмологические ведомости. 2013. Т.6, №4. С. 34-38.
- Астахов, Ю.С. Отслойка сетчатки при артифакии / Ю.С. Астахов, Н.Г. Луковская, А.Д. Щукин // Офтальмологические ведомости. – 2009. – Т.2, №3. – С. 30-38.

- Баринова, К.О. Возрастные особенности хориоретинальных дистрофий сетчатки при близорукости / К.О. Баринова, Ю.Е. Батманов // Офтальмология. 2008. Т.5, №3. С. 62-66.
- 10.Баринова, К.О. Эффективность лазерного лечения некоторых видов периферических дистрофических изменений сетчатки при близорукости / К.О. Баринова, Ю.Е. Батманов, В.Ю. Евграфов и др. // Офтальмология. 2010. Т.7, №1. С. 14-17.
- 11. Белехова, С.Г. Изменение толщины хориоидеи при разных формах и стадиях возрастной макулярной дегенерации / С.Г. Белехова, Ю.С. Астахов // Офтальмологические ведомости. 2015. Т.8, №3. С. 13-19.
- 12. Бикбов, М.М. Синдром витреомакулярной тракции. Обзор / М.М. Бикбов, Р.Р. Файзрахманова, Р.М. Зайнуллин // Катарактальная и рефракционная хирургия. 2014. Т.14, №2. С. 15-17.
- 13. Богинская, О.А. Диагностические возможности исследования гемодинамики глаза при близорукости / О.А. Богинская, С.А. Обрубов // Российская детская офтальмология. 2014. №3. С. 27.
- 14.Бойко, Э.В. Отслойка задней гиалоидной мембраны: понятие, распространенность, классификация, клиника и возможные причины / Э.В. Бойко, А.А. Суетов, Д.С. Мальцев // Офтальмологические ведомости. 2009. Т.2, №3. С. 39-45.
- 15. Ботабекова, Т.К. Функциональные результаты факоэмульсификации у пациентов с миопией высокой степени / Т.К. Ботабекова, Г.Е. Бегимбаева, Э.К. Чуйкеева // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии: Сб. научных статей. М., 2008. С. 44-46.
- 16. 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.

- 17. Вещикова, В.Н. Эластичная «реверсная» ИОЛ в хирургии катаракты при миопии высокой степени: автореф. дисс. ...канд. мед. наук: 14.01.07 / Вещикова Вера Николаевна. М., 2014. 26 с.
- 18.Винник, Н.А. Ультразвуковая биомикроскопия в диагностике патологии крайней периферии глазного дна: автореф. дисс. ...канд. мед. наук: 14.01.07 / Винник Наталья Анатольевна. М., 2014. 25 с.
- 19.Вит, В.В. Строение зрительной системы человека / В.В. Вит. Одесса: Астропринт, 2010. – 664 с.
- 20. Дакер, Д.С. Оптическая когерентная томография сетчатки / Д.С. Дакер, Н.К. Вэхид, Д.Р. Голдман. Пер. с англ. под ред. Амирова А.Н. М.: МЕДпресс-информ, 2016. 192 с.
- 21. Даль, Н.Ю. Влияние витреомакулярной адгезии на патогенез и течение возрастной макулярной дегенерации / Н.Ю. Даль, Г.Б. Шаар, Ю.С. Астахов и др. // Офтальмологические ведомости. 2013. Т. 6, № 1. С. 53-59.
- 22.Дога, А.В. Диагностическая ценность измерения толщины хориоидеи у пациентов с субмакулярной неоваскулярной мембраной / А.В. Дога, Д.А. Магарамов, В.А. Соломин // Офтальмохирургия. 2014. №2. С. 40-43.
- 23. Дулыба, О.Р. Допплерографические паттерны в ультразвуковой диагностике периферических дистрофий сетчатки у студентов с эмметропией / О.Р. Дулыба, О.Г. Поздеева, Е.М. Ермак // Вестник Совета молодых ученых и специалистов Челябинской области. 2015. Т.2, №4(11). С. 14-19.
- 24. Егорова, Э.В. Исследование сетчатки методом спектральной оптической когерентной томографии (СОКТ) у больных с миопией высокой степени, перенесших неосложненную факоэмульсификацию хрусталика с имплантацией ИОЛ / Э.В. Егорова, А.В. Порханова, А.Н. Бронская и др. // Офтальмохирургия. 2011. №3. С. 9-14.

- 25. Еремина, А.В. Возможность использования электронномикроскопического анализа для исследования слезной жидкости и стекловидного тела людей / А.В. Еремина, А.Е. Григорьева, И.Б. Дружинин и др. // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. Тамбов, 2014. Т .19 Вып. 4. С. 1114-1119.
- 26. Ермолаев, А.П. Изменения в стекловидном теле при поздних стадиях глаукомы и их роль в развитии гипертензионного болевого синдрома // Автореферат дис. док. мед. наук: 14.01.07 / Ермолаев Алексей Павлович, М., 2011. 31 с.
- 27. Жабина, О.А. Современный взгляд на миопическую макулопатию / О.А. Жабина, Е.А. Вудс, А.А. Плюхова // Вестник офтальмологии. 2016. №1. С. 85-90.
- 28. Жаров, В.В. Комплексное лечение аккомодационных нарушений при приобретенной миопии / В.В. Жаров, А.В. Егорова, Л.В. Конькова. Ижевск: Ассоциация «Научная книга», 2008. 104 с.
- 29.Захлюк, М. Комплексное хирургическое лечение осложненных катаракт при миопии: автореф. дисс. ...канд. мед. наук: 14.00.08 / Захлюк Михаил. М., 2000. 23 с.
- 30.Зуев, В.К. Современные аспекты хирургической коррекции миопии высокой степени: автореф. дисс. ...д-ра. мед. наук: 14.00.08 / Зуев Виктор Константинович. М., 1995. 55 с.
- 31.Иванишко, Ю.А. Периферические дистрофии сетчатки (первичные). Рабочая классификация. Показания к лазерной ретинопексии / Ю.А. Иванишко, В.В. Мирошников, Е.А. Нестеров // Окулист. – 2003. – №4. – С. 44-45.
- 32. Иомдина, Е.Н. Биомеханика глаза: теоретические аспекты и клинические приложения / Е.Н. Иомдина, С.М. Бауэр, К.Е. Котляр. М.: Реал Тайм, 2015. 208 с.

- 33. Катькова, Е.А. Ультразвуковая диагностика объемных процессов органа зрения / Е.А. Катькова. М.: ООО «Фирма СТРОМ», 2011. 384 с.
- 34. Качалина, Г.Ф. Эпиретинальный фиброз: патогенез, исходы, способы лечения / Г.Ф. Качалина, А.В. Дога, Т.А. Касмынина и др. // Офтальмохирургия. 2013. №4. С. 108-110.
- 35. Киселева, Т.Н. Цветовое допплеровское картирование в офтальмологии / Т.Н. Киселева // Вестник офтальмологии. 2001. Т. 117, №6. С. 51-53.
- 36. Кислицына, Н.М. Хирургическое лечение последствий проникающих осколочных ранений глазного яблока, осложненных пролиферативной витреоретинопатией, с учетом данных ультразвуковой биомикроскопии: автореф. дисс. ...канд. мед. наук: 14.00.08 / Кислицына Наталья Михайловна М., 2003. 26 с.
- 37. Кислицына, Н.М. Анатомо-топографические особенности передних кортикальных слоев стекловидного тела / Н.М. Кислицына, С.В. Новиков, С.В. Колесник и др. // Офтальмохирургия. 2017. №1. С. 66-71.
- 38.Клюшникова, Е.В. Сравнительный анализ исходов коаксиальной и бимануальной факоэмульсификации катаракты без имплантации ИОЛ у пациентов с миопией высокой степени / Е.В. Клюшникова, Э.В. Бойко, Н.Ф. Алексеева // Офтальмология. 2007. Т.4, №1. С. 7-12.
- 39. Коленко, О.В. Применение оптической когерентной томографии для диагностики опасных регматогенных форм периферических дистрофий сетчатки / О.В. Коленко, В.В. Егоров, М.В. Пшеничнов и др. // Современные технологии в офтальмологии. − 2014. − №1. − С. 63.
- 40. Кондратьева, Ю.П. Особенности течения и прогноз прогрессирования периферических витреохориоретинальных дистрофий на парных глазах у больных с регматогенной отслойкой сетчатки: автореф. дисс. ...канд. мед. наук: 14.01.07 / Кондратьева Юлия Петровна М., 2014. 25 с.

- 41.Копаев, С.Ю. Состояние пигментного эпителия сетчатки после лазерной и ультразвуковой факофрагментации. Электронномикроскопическое исследование в эксперименте. Сообщение 1 / С.Ю. Копаев, В.Г. Копаева, С.А. Борзенок и др. // Офтальмохирургия. 2013. №4. С. 16-19.
- 42.Копаева, В.Г. Лазерная экстракция катаракты / В.Г. Копаева, Ю.В. Андреев. М.: Офтальмология, 2011. 261 с.
- 43. Курышева, Н.И. Хориоидея при глаукоме / Н.И. Курышева, Т.Д. Арджевнишвили, А.В. Фомин // Национальный журнал Глаукома. 2014. №1. С. 60-67.
- 44. Либман, Е.С. Слепота и инвалидность вследствие патологии органа зрения в России / Е.С. Либман // Вестник офтальмологии 2006. Т. 122, №3. С.35-37.
- 45.Либман, Е.С. Инвалидность вследствие нарушения зрения в России / Е.С. Либман, Д.П. Рязанов, Э.В. Калеева // Российский общенациональный офтальмологический форум, 5-й: Сб. тр. Научнопракт. конф. смеждународнымучастием. М., 2012. С. 797-798.
- 46. Луковская, Н.Г. Ретиношизис. Этиопатогенез, диагностика, клиника, лечение / Н.Г. Луковская, Ю.С. Астахов. СПб.: Бионт, 2008. 112 с.
- 47. Майчук, Ю.Ф. Всемирная инициатива: ликвидация устранимой слепоты в мире / Ю.Ф. Майчук // Вестник офтальмологии. 2000. Т. 116, №4. С. 45-46.
- 48. Малышев, А.В. Современные представления об изменениях структуры стекловидного тела в процессе его естественной и патологической инволюции / А.В. Малышев, В.Н. Трубилин, С.М. Маккаева и др. // Фундаментальные исследования. 2013. №9. С. 523-529.
- 49. Малюгин, Б.Э. Медико-технологическая система хирургической реабилитации пациентов с катарактой на основе ультразвуковой факоэмульсификации с имплантацией интраокулярной линзы: автореф.

- дисс. ...д-ра. мед. наук: 14.00.08 Малюгин Борис Эдуардович / М., 2002.-50 с.
- 50.Малюгин, Б.Э. Хирургия катаракты и интраокулярная коррекция на современном этапе развития офтальмохирургии / Б.Э. Малюгин // Вестник офтальмологии. 2014. Т. 130, №6. С. 80-88.
- 51. Мамиконян, В.Р. Факоэмульсификация катаракты у пациентов с высокой степенью миопии / В.Р. Мамиконян, Ю.Н. Юсеф, С.Н. Юсеф и др. // Вестник офтальмологии. 2004. Т. 120, №6. С. 3-5.
- 52. Махачева, З.А. Анатомические особенности стекловидного тела и витреоретинального интерфейса в патологии заднего отрезка глаза / З.А. Махачева // «Пролиферативный синдром в офтальмологии»: Материалы 2-й Междунар. конф. М., 2002. С. 8-9.
- 53. Махачева, З.А. Анатомия стекловидного тела: учебное пособие для системы послевузовского профессионального образования врачей / З.А. Махачева. М.: Типография «Руспринт», 2006. 16 с.
- 54. Махачева, З.А. Анатомо-функциональное обоснование хирургических вмешательств на стекловидном теле при витреальной деструкции: автореф. дисс. ...д-ра мед. наук: 14.00.08 / Махачева Заира Абдулмаликовна. М., 1994. 43 с.
- 55.Мирзоев, С.М. Результаты факоэмульсификации катаракты глаз с миопией высокой степени / С.М. Мирзоев, А.А. Еникеев, М.Д. Муминова и др. // Здравоохранение Таджикистана. 2014. №1. С. 31-34.
- 56.Огородникова, С.Н. Классическая и спектральная оптическая когерентная томография в диагностике патологии глазного дна: автореф. дисс. ...канд. мед. наук: 14.01.07 / Огородникова Светлана Николаевна. М., 2010. 24 с.
- 57.Першин, К.Б. Занимательная факоэмульсификация. Записки катарактального хирурга / К.Б. Першин. СПб.: Борей Арт, 2007. 133 с.

- 58.Пилягина, А.А. Заболеваемость миопией в Тамбовской области / А.А. Пилягина, О.Л. Фабрикантов // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. Тамбов, 2017. №4. С. 693-698.
- 59.Плотникова, Ю.А. Экспериментально-клиническое исследование результатов имплантации интраокулярных линз при катаракте, осложненной миопией средней и высокой степени: автореф. дисс. ...канд. мед. наук: 14.00.08 / Плотникова Юлия Александровна. М., 2000. 25 с.
- 60.Поздеева, О.Г. Опыт использования оптической когерентной томографии для диагностики периферической витреохориоретинальной дистрофии «след улитки» / О.Г. Поздеева, О.Р. Дулыба, В.А. Шаимова и др. // Медицинский вестник Башкортостана. 2014. Т.9, №2. С. 133-136.
- 61.Поздеева, О.Г. Особенности офтальмогемодинамики у пациентов молодого возраста с периферической дистрофией сетчатки по типу «след улитки» / О.Г. Поздеева, Е.М. Ермак, О.Р. Дулыба и др. // Медицинский вестник Башкортостана. 2016. Т. 11, №1(61). С. 37-40.
- 62.Поздеева, О.Г. Гипоксия тканей и состояние клеточных мембран при разных типах течения периферических витреохориоретинальных дистрофий / О.Г. Поздеева, Л.Н. Тарасова // Офтальмохирургия. 2005. №4. С. 43-47.
- 63.Пономарева, Е.Н. Идиопатическая эпиретинальная мембрана: нарушение зрительных функций, морфофункциональная характеристика изменений сетчатки / Е.Н. Пономарева, А.А. Казарян // Вестник офтальмологии. 2016. Т. 132, № 3. С. 90-95.
- 64.Пономарева, Е.Н. Идиопатическая эпиретинальная мембрана: определение, классификация, современные представления о патогенезе

- / Е.Н. Пономарева, А.А. Казарян // Вестник офтальмологии. 2014. Т. 130, № 3. С. 72-76.
- 65.Попова, Е.А. Функциональные результаты факоэмульсификации катаракты и ленсэктомии с рефракционной целью на прозрачном хрусталике у больных миопией высокой степени / Е.А. Попова, Ю.В. Коваленко // Офтальмологический журнал. 2012. №4. С. 27-29.
- 66.Попова, Н.В. Периферическая витреохориоретинальная дистрофия (обзор литературы) / Н.В. Попова, А.П. Гойдин // Сибирский научный медицинский журнал. 2017. Т.37, №3. С. 54-60.
- 67.Порханова, А.В. Морфо-функциональные особенности сетчатки и стекловидного тела у пациентов с миопией высокой степени после факоэмульсификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.01.07 / Порханова Анна Владимировна. М., 2011. 24 с.
- 68.Порханова, А.В. Динамика изменений стекловидного тела у больных с миопией высокой степени после факоэмульсификации катаракты / А.В. Порханова, Л.И. Рудь, А.Н. Бронская и др. // Современные технологии лечения витреоретинальной патологии: Сборник тезисов научнопрактической конференции. М., 2010. С. 126-128.
- 69. Рева, Г.В. Морфология стекловидного тела глаза человека / Г.В. Рева, И.В. Ковалева, Е.А. Абдуллин // IX конгресса МАМ: Материалы докладов. 2008. Т. 133, №2. С. 112.
- 70. Рева, Г.В. Структура стекловидного тела глаза человека / Г.В. Рева, И.В. Рева И.В., Т. Ямамото // Тихоокеанский медицинский журнал. 2011.-№1. С. 65-69.
- 71. Ронзина, И.А. Диагностическое и прогностическое значение функциональных методов исследования нейросенсорного аппарата глаза в современной хирургии катаракт: автореф. дисс. ...канд. мед. наук: 14.00.08 / Ронзина Ирина Адольфовна. М., 2005. 24 с.

- 72. Ронзина, И.А. Прогнозирование зрительных функций в современной хирургии катаракт / И.А. Ронзина, В.М. Шелудченко // Вестник офтальмологии. 2004. Т. 120, №5. С. 44-47.
- 73. Руденко, В.А. Анализ частоты развития и структуры задней отслойки стекловидного тела в зависимости от длины передне-задней оси глаза у пациентов различных возрастных групп / В.А. Руденко, Е.Л. Сорокин // Дальневосточный медицинский журнал. 2013. №3. С. 84-86.
- 74. Рыкун, В.С. Совершенствование диагностики, прогнозирования результатов лечения заболеваний глаз и зрительного нерва с использованием ультрасонографии: автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.09 / Рыкун Вадим Сергеевич. Челябинск, 2004. 48 с.
- 75. Рыкун, В.С. Гемодинамика сосудов глаза и орбиты у пациентов с различными видами клинической рефракции по данным «конвергентной» допплерографии / В.С. Рыкун, О.А. Курицына, О.В. Солянникова и др. // Визуализация в клинике. 2001. №18. С. 4-6.
- 76. Соколов, К.В. Хирургическая реабилитация пациентов с катарактой на фоне дегенеративной миопии / К.В. Соколов, Е.Л. Сорокин, Ю.А. Терещенко // Практическая медицина. 2012. Т.1, №4 (59). С. 299-302.
- 77. Соломон Ив Коэн. Флюоресцентная ангиография в диагностике патологии глазного дна / Коэн Соломон Ив, Г. Квинтель. М.: Рейтар, 2005. 320 с.
- 78.Стебнев, В.С. Опыт хирургического лечения идиопатического эпимакулярного фиброза без проведения витрэктомии / В.С. Стебнев // Катарактальная и рефракционная хирургия. 2014. Т.14, №2. С. 45-48.
- 79. Стебнев, В.С. Результаты витреоретинальной хирургии фовеошизиса / В.С. Стебнев // Вестник ОГУ. 2012. №12(148). С. 191-193.
- 80.Стебнев, В.С. Об особенностях миопического фовеошизиса по данным оптической когерентной томографии / В.С. Стебнев, В.М. Малов, С.Д.

- Стебнев и др. // Катарактальная и рефракционная хирургия. 2013. T.13, №3. C. 40-42.
- 81. Столяренко, Г.Е. Пористая коралловидная структура новое представление о морфологии внутренней пограничной мембраны сетчатки? / Г.Е. Столяренко, А.А. Колчин, Л.В. Диденко и др. // Вестник офтальмологии. 2016. Т. 132, № 6. С. 70-77.
- 82.Строде, А.А. Метод оптической когерентной томографии в диагностике эпиретинальной мембраны / А.А. Строде, Т.Г. Каменских, И.О. Колбенев // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2015. Т.5, №5. С. 744-746.
- 83. Тахчиди, Х.П. Интраокулярная коррекция в хирургии осложненных катаракт / Х.П. Тахчиди, Э.В. Егорова, А.И. Толчинская. М.: Новое в медицине, 2004. 176 с.
- 84. Тахчиди, Х.П. Ультразвуковая биомикроскопия в диагностике патологии переднего сегмента глаза / Х.П. Тахчиди, Э.В. Егорова, Д.Г. Узунян. М.: ФГУ МНТК «Микрохирургия глаза», 2007. 126 с.
- 85. Тонкопий, О.В. Изучение корреляционных связей частоты периферических дистрофий сетчатки у детей и подростков с миопией в зависимости от возраста, пола и длины глаза / О.В. Тонкопий, О.М. Станишевская, И.Л. Плисов и др. // Современные технологии в офтальмологии. − 2017. − №3. − С. 187-191.
- 86. Улитина, А.Ю. Оценка толщины хориоидеи при возрастной макулярной дегенерации / А.Ю. Улитина, А.С. Измайлов // Вестник ОГУ. 2013. –№4 (153). С. 275-279.
- 87. Ульянова, Н.А. Роль миопического фовеошизиса в развитии макулярного разрыва сетчатки при миопии высокой степени / Н.А. Ульянова, Л.В. Венгер // Офтальмологический журнал. 2012. №6. С. 39-42.

- 88. Фабрикантов, О.Л. Роль витреоретинального интерфейса в патогенезе отслойки сетчатки (обзор литературы) / О.Л. Фабрикантов, А.В. Шмыков // Вестник ОГУ. 2013. №4 (153). С. 280-283.
- 89. Федорищева, Л.Е. Особенности гемодинамики глаз у детей с прогрессирующей миопией / Л.Е. Федорищева, К.Ю. Еременко, Н.Н. Александрова // IX съезд офтальмологов России: Тезисы докладов. М., 2010. С. 127.
- 90.Федоров, С.Н. Клинико-экспериментальное обоснование метода интраоперационной защиты стекловидного тела и сетчатки при факоэмульсификации с имплантацией ИОЛ на миопических глазах / С.Н. Федоров, Н.Т. Тимошкина, Б.Э. Малюгин и др. // Офтальмохирургия. 2000. №1. С. 14-21.
- 91. Ходжаев, Н.С. Биологическое действие низкочастотного ультразвука / Н.С. Ходжаев // Российская офтальмология онлайн. 2012. №5. www.eyepress.ru/article.aspx?10310.
- 92. Шаимов, Р.Б. Профилактическая лазерная коагуляция сетчатки при периферических ретинальных разрывах (разработка показаний по результатам ОКТ) / Р.Б. Шаимов, В.А. Шаимова, Т.Б. Шаимов и др. // Современные технологии в офтальмологии. − 2016. − №1. − С. 238.
- 93.Шаимова, В.А. Визуализация витреоретинального интерфейса периферических дистрофий сетчатки / В.А. Шаимова, Р.Б. Шаимов, Т.Б. Шаимов и др. // Современные технологии в офтальмологии. 2016. №1. С. 240.
- 94.Шамбра, С.В. Рецидивирующий гемофтальм при клапанном разрыве сетчатки на фоне сенильного ретиношизиса / С.В. Шамбра, А.Р. Король // Офтальмологический журнал. 2014. №5. С. 84-86.
- 95.Шамшинова, А.М. Электроретинография в офтальмологии / А.М. Шамшинова. М.: Медика, 2009. 304 с.
- 96. Шамшинова, А.М. Современная молекулярная генетика и наследственные дистрофии сетчатки / А.М. Шамшинова, М.В. Зуева,

- Д.В. Залетаев и др. // Клиническая офтальмология. 2001.- Т.2, №4.- С. 146-147.
- 97. Шпак, А.А. Спектральная оптическая когерентная томография высокого разрешения: Атлас. / А.А. Шпак. М.: Человек, 2014. 170 с.
- 98.Шпак, А.А. Оптическая когерентная томография: проблемы и решения / А.А. Шпак. М.: ООО «Издательство «Офтальмология», 2019. 148 с.
- 99.Щуко, А.Г. Ультразвуковая диагностика в офтальмологии / А.Г. Щуко, С.И. Жукова, Т.Н. Юрьева. М.: Офтальмология, 2013. 128 с.
- 100. Щуко, А.Г. Оптическая когерентная томография в диагностике глазных болезней / А.Г. Щуко, В.В. Малышев. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. 128 с.
- Ястребцева, Т.А. Состояние интракраниального венозного кровотока у школьников 12-15 лет с близорукостью / Т.А. Ястребцева, Т.Е. Демидова, В.Е. Поликарпова // Рефракционные и глазодвигательные нарушения: Труды международной конференции. М., 2007. С. 188-190.
- 102. Ястребцева, Т.А. Показатели общей, церебральной и регионарной гемодинамики у школьников 13-15 лет с миопией / Т.А. Ястребцева, А.Д. Чупров, В.Е. Плотникова // Вестник офтальмологии. 2002. №6. С. 12-14.
- 103. Abell, R.G. Femtosecond laser-assisted cataract surgery compared with conventional cataract surgery / R.G. Abell, N.M. Kerr, B.J. Vote // Clin. Exp. Ophthalmol. 2013. Vol. 41. P. 455-462.
- 104. Akal, A. Evaluation of early results of quick-chop phacoemulsification in the patients with high myopic cataract / A. Akal, T. Goncu, S.S. Cakmak et al. // Int. J. Ophthalmol. 2014. Vol. 7(5). P. 828-831.
- 105. Akar, S. Phacoemulsification in high myopia / S. Akar, K. Gok, S. Bayraktar et al. // Saudi. Med. J. 2010. Vol. 31(10). P. 1141-1145.

- Alkabes, M. Anatomical and visual outcomes in high myopic macular hole (HM-MH) without retinal detachment: a review / M. Alkabes, F. Pichi,
  P. Nucci et al. // Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. 2014. Vol. 252(2). P. 191-199.
- 107. Alkurya, H. Myopic foveoschisis: a common complication in high myopia / H. Alkurya // Retinal Physician. 2011. March. P. 47-49.
- 108. Al-Sheikh, M. Quantitative OCT Angiography of the retinal microvasculature and the choriocapillaris in myopic eyes / M. Al-Sheikh, N. Phasukkijwatana, R. Dolz-Marco et al. // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2017. Vol. 1, 58(4). P. 2063-2069.
- 109. Benhamou, N. Macular retinoschisis in highly myopic eyes / N. Benhamou, P. Massin, B. Haouchine et al. // Am. J. Ophthalmol. 2002. Vol. 133(6). P. 794-800.
- 110. Berrod, J.P. Which abnormalities can be detected in myopic peripheral retina? / J.P. Berrod, I. Hubert // J. Fr. Ophthalmol. 2012. Vol. 35(5). P. 378-386.
- 111. Bontzos, G. Estimation of morphological characteristics in asymmetrical myopic posterior staphyloma using optical coherence tomography / G. Bontzos, M. Tsilimbaris, E. Papadaki et. al. // Middle East Afr. J. Ophthalmol. 2018. Vol. 25(3-4). P. 131-136.
- 112. Brasil, O.F. Fundus changes evaluation in degenerative myopia / O.F. Brasil, M.V. Brasil, R.M. Japiassu et al. // Arg. Bras. Oftalmol. 2006. Vol. 69(2). P. 203-206.
- 113. Caillaux, V. Morphologic characterization of dome-shaped macula in myopic eyes with serous macular detachment / V. Caillaux, D. Gaucher, V. Gualino et al. // Am. J. Ophthalmol. 2013. Vol. 156. P. 958-967.
- 114. Cetinkaya, S. Phacoemulsification in eyes with cataract and high myopia / S. Cetinkaya, N.O. Acir, Y.F. Cetinkaya et al. // Arg. Bras. Oftalmol. 2015. Vol. 78(5). P. 286-289.

- 115. Chang, L. Myopia-related fundus changes in Singapore adults with high myopia / L. Chang, C.W. Pan, K. Ohno-Matsui et al. // Am. J. Ophthalmol. 2013. Vol. 55(6). P. 991-999.
- 116. Chebil, A. Factors linked to foveoshisis in high myopia / A. Chebil, B. Ben Achour, N. Chaker et al. // J. Fr. Ophthalmol. 2014. Vol. 37(2). P. 138-142.
- 117. Cheng, S.C. Prevalence of myopia-related retinal changes among 12-18 year old Hong Kong Chinese high myopes / S.C. Cheng, C.S. Lam, M.K. Yap // Ophthalmic Physiol. Opt. 2013. Vol. 33(6). P. 652-660.
- 118. Cheung, N. Prevalence and risk factors for epiretinal membrane: the Singapore Epidemiology of Eye Disease study / N. Cheung, S.P. Tan, G.C.M Cheung et al. // Br. J. Ophthalmol. 2017. Vol. 101(3). P. 371-376.
- 119. Cho, B.J. Complications of pathologic myopia / B.J. Cho, J.Y. Shin, H.G. Yu // Eye Contact Lens. 2016. Vol. 42(1). P. 9-15.
- 120. Coppe, A.M. Posterior vitreous detachment and retinal detachment following cataract extraction / A.M. Coppe, G. Lapucci // Curr. Opin. Ophthalmol. 2008. Vol. 19(3). P. 239-242.
- 121. Coppe, A.M. Optical coherence tomography in the evaluation of vitreoretinal disorders of the macula in highly myopic eyes / A.M. Coppe, G. Ripandelli // Semin Ophthalmol. 2003. Vol. 18(2). P. 85-88.
- 122. Coppe, A.M. Prevalence of asymptomatic macular holes in highly myopic eyes / A.M. Coppe, G. Ripandelli, V. Parisi et al. // Ophthalmology. 2005. Vol. 112(12). P. 2103-2109.
- 123. Costa, R.A. Calucci D. et al. Retinal assessment using optical coherence tomography / R.A. Costa, M. Skaf, R.A. Melo et al. // Prog. Retin. Eye Res. 2006. Vol. 25(3). P. 325-353.
- 124. Curtin, B.J. The posterior staphyloma of pathologic myopia / B.J. Curtin // Trans. Am. Ophthalmol. Soc. 1977. Vol. 75. P. 67-86.

- 125. Daien, V. Incidence, risk factors, and impact of age on retinal detachment after cataract surgery in France A National Population Study / V. Daien, A. Le Pape, D. Heve et al. // Ophthalmology. 2015. Vol. 122(11). P. 2179-2185.
- 126. Dimitrova, G. Retrobulbar circulation in myopic patients with or without choroidal neovascularization / G. Dimitrova, Y. Tamaki et al. // British Journal of Ophthalmology. 2002. Vol. 86, №7. P. 771-773.
- 127. Ellabban, A.A. Choroidal thickness after intravitreal ranibizumab injections for choroidal neovascularization / A.A. Ellabban, A. Tsujikawa, K. Ogino et al. // Clin. Ophthalmol. 2012. Vol. 6. P. 837-844.
- 128. El-Shazly, A.A. Correlation between choroidal thickness and degree of myopia assessed with enhanced depth imaging optical coherence tomography / A.A. El-Shazly, Y.A. Farweez, M.E. El-Sebaay et al. // Eur. J. Ophthalmol. 2017. Vol. 27(5). P. 577-584.
- 129. Fesharaki, H. A comparative study of complications of cataract surgery with phacoemulsification in eyes with high and normal axial length / H. Fesharaki, A. Peyman, M. Rowshandel et al. // Adv. Biomed. Res. 2012. Vol. 1(67).
- 130. Foster, P.J. Epidemiology of myopia / P.J. Foster, Y. Jiang // Eye. 2014. №28. P. 202-208.
- 131. Fraser-Bell, S. Five-year cumulative incidence and progression of epiretinal membranes the Blue Mountains Eye Study / S. Fraser-Bell, M. Guzowski, E. Rochtchina et al. // Ophthalmology. 2003. Vol. 110(1). P. 34-40.
- 132. Fujimoto, J. Foreword: 25 years of optical coherence tomography / J. Fujimoto, D. Huang // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2016. Vol. 57(9).
- 133. Fujimoto, S. Postoperative optical coherence tomographic appearance and relation to visual acuity after vitrectomy for myopic foveoschisis / S. Fujimoto, Y. Ikuno, K. Nishida // Am. J. Ophthalmol. 2013. Vol. 156(5). P. 968-973.

- 134. Fujiwara, T. Enhanced depth imaging optical coherence tomography of the choroid in highly myopic eyes / T. Fujiwara, Y. Imamura, R. Margolis et al. // Am. J. Ophthalmol. 2009. Vol. 148, №3. P.445-450.
- 135. Gandorfer, A. Epiretinal pathology of diffuse diabetic macular edema associated with vitreomacular traction / A. Gandorfer, M. Rohleder, S. Grosselfinger et al. // Am. J. Ophthalmol. 2005. Vol. 139. P. 638-652.
- 136. Gandorfer, A. Pores of the inner limiting membrane in flat-mounted surgical specimens / A. Gandorfer, R. Schumann, R. Scheler et al. // Retina. 2011. Vol. 31(5). P. 977-981.
- 137. Garsia, G.A. Degradation of contrast sensitivity function following posterior vitreous detachment / G.A. Garsia, M. Khoshnevis, K.M. Yee et al. // Am. J. Ophthalmol. 2016. Vol. 172. P. 7-12.
- 138. Gaucher, D. Dome-shaped macula in eyes with posterior staphyloma / D. Gaucher, A. Erginay, A. Lecleire-Collet et al. // Am. J. Ophthalmol. 2008. Vol. 145(5). P. 909-914.
- 139. Gohil, R. Myopic foveoshisis: a clinical review / R. Gohil, S. Sivaprasad, L.T. Han et al. // Eye (Lond). 2015. Vol. 29(5). P. 593-601.
- 140. Gomez-Resa, M. Myopic traction maculopathy / M. Gomez-Resa, A. Bures-Jelstrup, C. Mateo // Dev. Ophthalmol. 2014. Vol. 54. P. 204-212.
- 141. Grunwald, J.E. Reduced foveolar choroidal blood flow in eyes with increasing AMD severity / J.E. Grunwald, T.I. Metelitsina, J.C. DuPont et al. // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2005. Vol. 46. P.1033-1038.
- 142. Gupta, P. Choroidal thickness and high myopia: a case control study of young Chinese men in Singapore / P. Gupta, S.M. Saw, C.Y. Cheng et al. // Acta Ophthalmol. 2015. Vol. 93 (7). P. 585-592.
- 143. Gupta, P. Vitreoschisis in macular diseases / P. Gupta, K.M. Yee, P. Garcia et al. // Br. J. Ophthalmol. 2011. Vol. 95(3). P. 376-380.

- 144. Holden, B.A. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050 / B.A. Holden, T.R. Fricke, D.A. Wilson et al. // Ophthalmology. 2016. №123 (5).-P. 1036-1042.
- 145. Holden, B.A. Myopia: a growing global problem with sight-threatening complications / B.A. Holden, D.A. Wilson, M. Jong et al. // Community Eye Health. 2015.-№ 28(90). P. 35.
- 146. Hopf, S. Epidemiology of myopia / S. Hopf, N. Pfeiffer // Ophthalmologe. 2017. №114 (1). P. 20-23.
- 147. Hsiang, H.W. Clinical characteristics of posterior staphyloma in eyes with pathologic myopia / H.W. Hsiang, K. Ohno-Matsui, N. Shimada et al. // Am. J. Ophthalmol. 2008. Vol. 146(1). P. 102-110.
- 148. Hsu, W.M. Prevalence and causes of visual impairment in an elderly Chinese population in Taiwan: the Shihpai Eye Study / W.M. Hsu, C.Y. Cheng, J.H. Liu et al. // Ophthalmology. 2004. Vol. 111. P. 62-69.
- 149. Ikuno, Y. Choroidal thinning in high myopia measured by optical coherence tomography / Y. Ikuno, S. Fujimoto, Y. Jo et al. // Clin. Ophthalmol. 2013. Vol. 7. P.889-893.
- 150. Ikuno, Y. Retinal and choroidal biometry in highly myopic eyes with spectral-domain optical coherence tomography / Y. Ikuno, Y. Tano // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2009. Vol. 50. P. 3876-3880.
- 151. Imamura, Y. Enhanced depth imaging optical coherence tomography of the sclera in dome-shaped macula / Y. Imamura, T. Lida, I. Maruko et al. // Am. J. Ophthalmol. 2011. Vol. 151. P. 297-302.
- 152. Kaneko, Y. Areas of nonperfusion in peripheral retina of eyes with pathologic myopia detected by ultra-widefield fluorescein angiography / Y. Kaneko, M. Moriyama, S. Hirahara et al. // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2014. Vol. 55(3). P. 1432-1439.
- 153. Klein, B.E. Lens opacities associated with performance-based and self-assessed visual functions / B.E. Klein, R. Klein, M.D. Knudtson // Ophthalmology. 2006. Vol. 113. P. 1257-1263.

- 154. Koh, V.T. Pathologic changes in highly myopic eyes of young males in Singapore / V.T. Koh, G.K. Nah, L. Chang et al. // Ann. Acad. Med. Singapore. 2013. Vol. 42(5). P. 216-224.
- 155. Kohno, R.I. Possible contribution of hyalocytes to idiopathic epiretinal membrane formation and its contraction / R.I. Kohno, Y. Hata, S. Kawahara et al. // Br. J. Ophthalmol. 2009. Vol. 93(8). P. 1020-1026.
- 156. Kroll, P. The role of the posterior hyaloids membrane in the diseases of diabetic vitreoretinopathy / P. Kroll, L. Hesse // Focus on Diabetic Retinopathy. 1995. Vol. 2. P. 63-64.
- 157. Kwon, J.W., Choi J.A., La T.Y. Serum 25-hydroxyvitamin D level is associated with myopia in the Korea national health and nutrition examination survey / J.W. Kwon, J.A. Choi, T.Y. La // Medicine (Baltimore). − 2016. №95 (46). − P. 50-52.
- 158. Lai, T.T. Lamellar hole-associated epiretinal proliferation in lamellar macular hole and full-thickness macular hole in high myopia / T.T. Lai, C.M. Yang // Retina. 2017. May 18.
- 159. Lai, T.Y. Peripheral and posterior pole retinal lesions in association with high myopia: a cross-sectional community-based study in Hong Kong / T.Y. Lai, D.S. Fan, W.W. Lai et al. // Eye (Lond). 2008. Vol. 22(2). P. 209-213.
- 160. Lam, J.K. Outcomes of cataract operations in extreme high axial myopia / J.K. Lam, T.C. Chan, A.L. Ng et al. // Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. 2016. Vol. 254(9). P. 1811-1817.
- 161. Li, M. Retinal microvascular network and microcirculation assessments in high myopia / M. Li, Y. Yang, H. Jiang et al. // Am. J. Ophthalmol. 2017. Vol. 174. P.56-67.
- 162. Lichtwitz, O. Prevalence of macular complications associated with high myopia by multimodal imaging / O. Lichtwitz, M. Boissonnot, M. Mercie et al. // J. Fr. Ophthalmol. 2016. Vol. 39(4). P. 355-363.

- 163. Lim, L.S. Prognostic factor analysis of vitrectomy for myopic foveoschisis / L.S. Lim, W.Y. Ng, D. Wong et al. // Br. J. Ophthalmol. 2015. Vol. 99(12). P. 1639-1643.
- 164. Linsenmeier, R.A. Metabolic dependence of photoreceptors on the choroid in the normal and detached retina / R.A. Linsenmeier, L. Padnick-Silver // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2000. Vol. 41(10). P.3117-3123.
- 165. Liu, H.Y. Posterior vitreous cortex contributes to macular hole in highly myopic eyes with retinal detachment / H.Y. Liu, H.D. Zou, K. Liu et al. // Chin. Med. J. (Engl.). 2011. Vol. 124(16). P. 2474-2479.
- 166. Liu, Q. Relation between ultrasonographic characteristics of pathologic myopia posterior staphyloma and retinoschisis / Q. Liu, S.Y. Li, X. Chen // Zhonghua Yan Ke Za Zhi. 2017. Vol. 53(1). P. 46-52.
- 167. Liu, W. Ultrasound biomicroscopic features of anterior proliferative vitreoretinopathy / W. Liu, Q. Wu, S. Huang // Retina. 1993. Vol. 13(4). P. 335-344.
- 168. Liu, X. The progress of studies on intraocular lens implantation in cataract with high myopia / X. Liu, X. Wan // Zhonghua Yan Ke Za Zhi. 2015. Vol. 51(7). P. 548-551.
- 169. Mamou, J. Ultrasound-based quantification of vitreous floaters correlates with contrast sensitivity and quality of life / J. Mamou, C.A. Wa, K.M. Yee et al. // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2015. Vol. 56(3). P. 1611-1617.
- 170. Margolis, R. A pilot study of enhanced depth imaging optical coherence tomography of the choroid in normal eyes / R. Margolis, R.F. Spaide // Am. J. Ophthalmol. 2009. Vol. 147, №5. P.811-815.
- 171. Matamoros, E. Prevalence of myopia in France: a cross-sectional analysis / E. Matamoros, P. Ingrand, F. Pelen et al. // Medicine (Baltimore). 2015. №94 (45). P. 1976.

- 172. McCarty, D. Prevalence and associations of epiretinal membranes in the visual impairments project / D. McCarty, B. Mukesh, V. Chikani et al. // Am. J. Ophthalmol. 2005. Vol. 140. P. 288-294.
- 173. McDonald, H. Macular epiretinal membranes / H. McDonald, R. Johnson, E. Ai // Retina. 2001. Vol. 3. P. 2531-2546.
- 174. Metelitsina, T.I. Foveolar choroidal circulation and choroidal neovascularization in age-related macular degeneration / T.I. Metelitsina, J.E. Grunwald, J.C. DuPont et al. // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2008. Vol. 49. P.358-363.
- 175. Miao, P.J. Relative factors of retinal detachment after phacoemulsification cataract extraction and intraocular lens implantation / P.J. Miao, W.S. Li, J.W. Zheng et al. // Zhonghua Yi Xue Za Zhi. 2009. Vol. 89(35). P. 2462-2467.
- 176. Milston, R. Vitreous floaters: etiology, diagnostics, and management / R. Milston, M.C. Madigan, J. Sebag // Surv. Ophthalmol. 2016. Vol. 61(2). P. 211-227.
- 177. Morgan, I.G. What public policies should be developed to deal with the epidemic of myopia? / I.G. Morgan // Optom. Vis. Sci. − 2016. №93 (9). − P. 1058-1060.
- 178. Morgan, I.G. Epidemic of pathologic myopia: what can laboratory studies and epidemiology tell us? / I.G. Morgan, M. He, K.A. Rose // Retina. 2017. №37 (5). P. 989-997.
- 179. Moussa, M. Macular choroidal thickness in normal Egyptians measured by swept source optical coherence tomography / M. Moussa, D. Sabry, W. Soliman // BMC Ophthalmol. 2016. Vol. 16. P. 138.
- 180. Nagy, Z.Z. Macular morphology assessed by optical coherence tomography image segmentation after femtosecond laser-assisted and standard cataract surgery / Z.Z. Nagy, M. Ecsedy, I. Kovacs et al. // J. Cataract Refract. Surg. 2012. Vol. 38(6). P. 941-946.

- 181. Ng, C.H. Prevalence and risk factors of epiretinal membranes in a multi-ethnic United States population / C.H. Ng, N. Cheung, J.J. Wang et al. // Ophthalmology. 2011. Vol. 118. P. 694-699.
- 182. Ng, D.S. Advances of optical coherence tomography in myopia and pathologic myopia / D.S. Ng, C.Y. Cheung, F.O. Luk et al. // Eye (Lond). 2016. Vol. 30(7). P. 901-916.
- 183. Oberstein, S. Cell proliferation in human epiretinal membranes: characterization of cell types and correlation with disease condition and duration / S. Oberstein, J. Byun, D. Herrera et al. // Mol. Vis. 2011. Vol. 17. P. 1794-1805.
- 184. Ohno-Matsui, K. Proposed classification of posterior staphylomas based on analyses of eye shape by three-dimensional magnetic resonance imaging and wide-field fundus imaging / K. Ohno-Matsui // Ophthalmology. 2014. Vol. 121(9). P. 1798-1809.
- 185. Ohno-Matsui, K. Intrachoroidal cavitation in macular area of eyes with pathologic myopia / K. Ohno-Matsui, M. Akiba, M. Moriyama et al // Am. J. Ophthalmol. 2012. Vol. 154(2). P. 382-393.
- 186. Ohno-Matsui, K. Features of posterior staphylomas analyzed in widefield fundus images in patients with unilateral and bilateral pathologic myopia / K. Ohno-Matsui, M. Alkabes, C. Salinas et al. // Retina. 2017. Vol. 37(3). P. 477-486.
- 187. Ohno-Matsui, K. Macular Bruch membraine holes in highly myopic patchy chorioretinal atrophy / K. Ohno-Matsui, J.B. Jonas, R.F. Spaide // Am. J. Ophthalmol. 2016. Vol. 166. P.22-30.
- 188. Ohno-Matsui, K. International photographic classification and grading system for myopic maculopathy / K. Ohno-Matsui, R. Kawasaki, J.B. Jonas et al. // Am. J. Ophthalmol. 2015. Vol. 159(5). P. 877-883.
- 189. Orihara, T. Clinical characteristics of rhegmatogenous retinal detachment in highly myopic and phakic eyes / T. Orihara, K. Hirota, R.

- Yokota et al. // Nippon Ganka Gakkai Zasshi. 2016. Vol. 120(5). P. 382-389.
- 190. Panozzo, G. Optical coherence tomography findings in myopic traction maculopathy / G. Panozzo, A. Mercanti // Arch Ophthalmol. 2004. Vol. 122(10). P. 1455-1460.
- 191. Patronas, M. Review of vitreoretinal interface pathology / M. Patronas, A. Kroll, P. Lou, E. Ryan // Int. Ophthalmol. Clin. 2009. Vol. 49(1). P. 133-143.
- 192. Pavlin, C.J. Ultrasound biomicroscopy of the eye / C.J. Pavlin, F.S. Foster. New York: Springer-Verlag, 1995. 214 p.
- 193. Philippakis, E. Posterior vitreous detachment in highly myopic eyes undergoing vitrectomy / E. Philippakis, A. Couturier, D. Gaucher et al // Retina. 2016. Vol. 36(6). P. 1070-1075.
- 194. Philippakis, E. Posterior vitreous detachment in highly myopic eyes undergoing vitrectomy / E. Philippakis, A. Couturier, D. Gaucher et al. // Retina. 2016. Vol. 36(6). P. 1070-1075.
- 195. Pierro, L. Peripheral retinal changes and axial myopia / L. Pierro, F.I. Camesasca, M. Mischi et al. // Retina. 1992. Vol. 12(1). P. 12-17.
- 196. Read, S.A. Choroidal changes in human myopia: insights from optical coherence tomography imaging / S.A. Read, J.A. Fuss, S.J. Vincent et al. // Clin. Exp. Optom. 2019. Vol. 102(3). P. 270-285.
- 197. Ripandelli, G. Posterior vitreous detachment and retinal detachment after cataract surgery / G. Ripandelli, A.M. Coppe, V. Parisi et al. // Ophthalmology. 2007. Vol. 114(4). P. 692-697.
- 198. Ripandelli G., Scassa C., Parisi V., Gazzaniga D. et al. Cataract surgery as a risk factor for retinal detachment in very highly myopic eyes / G. Ripandelli, C. Scassa, V. Parisi et al. // Ophthalmology. 2003. Vol. 110(12). P. 2355-2361.

- 199. Rong, S.S. Myopia genetics the Asia-Pacific perspective / S.S. Rong, L.J. Chen, C.P. Pang // Asia Pac. J. Ophthalmol. (Phila). 2016. №5(4).- P. 236-244.
- 200. Sayanagi, K. Tractional internal limiting membrane detachment in highly myopic eyes / K. Sayanagi, Y. Ikuno, Y. Tano Y. // Am. J. Ophthalmol. 2006. Vol. 142(5). P. 850-852.
- 201. Schaeffel, F. Biological mechanisms of myopia / F. Schaeffel // Ophthalmologe. 2017. №114 (1). P. 5-19.
- 202. Schaeffel, F. Myopia what is old and what is new? / F. Schaeffel // Optom. Vis. Sci. 2016. Vol. 93(9). P. 1022-1030.
- 203. Schumann, R.G. Clinicopathological correlations at the vitreoretinal interface / R.G. Schumann, A. Gandorfer, A. Kampik et al. // Ophthalmologe. 2015. Vol. 112(1). P. 20-28.
- 204. Sebag, J. Age-related differences in the human vitreoretinal interface / J. Sebag // Arch. Ophthalmol. -1991. Vol.109.-P.966-971.
- 205. Sebag, J. The vitreoretinal interface and its role in the pathogenesis of vitreomaculopathies / J. Sebag // Ophthalmologe. 2015. Vol. 112(1). P. 10-19.
- 206. Sebag, J. Vitreoschisis / J. Sebag // Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. – 2008. – Vol. 246. – P. 329-332.
- 207. Sezer, T. The Choroid and Optical Coherence Tomography / T. Sezer, M. Altinisik, I.A. Koytak et al. // Turk. J. Ophthalmol. 2016. Vol. 46(1). P. 30-37.
- 208. Shimada, N. Natural course of macular retinoshisis in highly myopic eyes without macular hole or retinal detachment / N. Shimada, K. Ohno-Matsui, T. Baba et al. // Am. J. Ophthalmol. 2006. Vol. 142(3). P. 497-500.
- 209. Shin, J.Y. Visual prognosis and spectral-domain optical coherence tomography findings of myopic foveoschisis surgery using 25-gauge

- transconjunctival sutureless vitrectomy / J.Y. Shin, H.G. Yu // Retina. 2012. Vol. 32(3). P. 486-492.
- 210. Shinohara, K. Posterior staphylomas in pathologic myopia imaged by widefield optical coherence tomography / K. Shinohara, N. Shimada, M. Miriyama et al. // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2017. Vol. 58(9). P. 3750-3758.
- 211. Spaide, R.F. Evaluation of peripapillary intrachoroidal cavitation with swept source and enhanced depth imaging optical coherence tomography / R.F. Spaide, M. Akiba, K. Ohno-Matsui // Retina. 2012. Vol. 32. P. 1037-1044.
- 212. Srinivasan, B. Modern phacoemulsification and intraocular lens implantation (refractive lens exchange) is safe and effective in treating high myopia / B. Srinivasan, H.Y. Leung, H. Cao et al. // Asia Pac. J. Ophthalmol. (Phila). 2016. Vol. 5(6). P. 438-444.
- 213. Sun, C.B. Myopic macular retinoschisis in teenagers: clinical characteristics and spectral domain optical coherence tomography findings / C.B. Sun, Y.S. You, Z. Liu et al. // Sci. Rep. 2016. Vol. 13(6). P. 279-282.
- 214. Suzuki, C.R. Retinal peripheral changes after laser in situ keratomileusis in patients with high myopia / C.R. Suzuki, M.E. Farah // Can. J. Ophthalmol. 2004. Vol. 39(1). P. 69-73.
- 215. Tang, Y. Risk factors of age-related cataract in a Chinese adult population: the Taizhou Eye Study / Y. Tang, X. Wang, J. Wang et al. // Clin. Exp. Ophthalmol. 2017. Vol. 25.
- Tideman, J.W. Myopia, a growing health problem / J.W. Tideman,
  J.R. Polling, A. van der Schans et al. // Ned. Tijdschr Geneeskd. 2016. №160. P. 803.
- 217. Tsai, C.Y. Epiretinal membrane-induced full-thickness macular holes the clinical features and surgical outcomes / C.Y. Tsai, Y.T. Hsieh, C.M. Yang // Retina. 2016. Vol. 36(9). P. 1679-1687.

- 218. Verkicharla, P.K. Current and predicted demographics of high myopia and an update of its associated pathological changes / P.K. Verkicharla, K. Ohno-Matsui, S.M. Saw // Ophthalmic & Physiological optics.- 2015.- №35(5).- P. 465-475.
- 219. Wang, M.Y. Vitreo-papillary adhesion in macular hole and macular pucker / M.Y. Wang, D. Nguyen, N. Hindoyan et al. // Retina. 2009. Vol. 29(5). P. 644-650.
- 220. Wang, N.K. Choroidal thickness and biometric markers for the screening of lacquer cracks in patients with high myopia / N.K. Wang, C.C. Lai, C.L. Chou et al. // PLoS One. 2013. Vol. 8. e53660. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0053660
- 221. Wang, S. Choroidal thickness and high myopia: a cross-sectional study and meta-analysis / S. Wang, Y. Wang, X. Gao et. al. // BMC Ophthalmology. 2015. 15:70.
- 222. Wei, W.B. Subfoveal choroidal thickness: the Beijing Eye Study / W.B. Wei, J.B. Jonas, L. Shao et al. // Ophthalmology. 2013. Vol. 120. P. 175-180.
- 223. Wong, Y.L. Epidemiology of pathologic myopia in Asia and worldwide / Y.L. Wong, S.M. Saw // Asia Pac. J. Ophthalmol. (Phila). 2016. №5 (6).- P. 394-402.
- 224. Worst, J.G.F. Cisternal Anatomy of the Vitreous / J.G.F. Worst, L.I. Los. Kugler Publications: Amsterdam-New-York. P. 10.
- 225. Worst, J.G.F. Comparative anatomy of the vitreous body in rhesus monkeys and man / J.G.F. Worst, L.I. Los // Doc. Ophthalmol. 1992. Vol.82. -P.169-178.
- 226. Wu, P. Factors associated with foveoschisis and foveal detachment without macular hole in high myopia / P. Wu, Y. Chen, C. Chen // Eye. 2009. Vol. 23. P. 356-361.

- 227. Wu, P.C. Epidemiology of myopia / P.C. Wu, H.M. Huang, H.J. Yu, et al. // Asia Pac. J. Ophthalmol. (Phila). 2016. №5 (6).- P. 386-393.
- 228. Xiao, W. Prevalence and risk factors of epiretinal membranes: a systematic review and meta-analysis of population-based studies / W. Xiao, X. Chen, W. Yan et al. // BMJ. 2017. Vol. 7(9): e014644.
- 229. Yang, Y. Retinal microvasculature alteration in high myopia / Y. Yang, J. Wang, H. Jiang, X. Yang et al. // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2016. Vol. 1; 57(14). P.6020-6030.
- 230. Ziemssen, F. Secondary diseases in high myopia /F. Ziemssen, W. Lagreze, B. Voykov // Ophthalmologe. 2017. Vol. 114(1). P. 30-43.

#### ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение А

Математические уравнения для заданных уровней остроты зрения у пациентов с миопией высокой степени катарактой различной степени зрелости (Ігруппа, n=101)

С помощью статистического моделирования вероятности достижения остроты зрения (O3)  $\geq$  0,3 через 1 месяц после операции нами получена следующая функция:

 $y=\exp(-13,17+0,3927*X_1-29,2313*X_2+0,6770*X_3/(1+\exp(-13,17+0,3927*X_1-29,2313*X_2+0,6770*X_3)),$ 

где

 $X_1$  – величина переднезадней оси глаза;

Х<sub>2</sub> – помутнения стекловидного тела в наружном сегменте;

 $X_3$  – задняя стафилома.

С помощью статистического моделирования вероятности достижения остроты зрения (O3)  $\geq$  0,4 через 1 месяц после операции нами получена следующая функция:

 $y=exp(18,1524+0,0044*X_1-0,5703*X_2-0,1949*X_3/(1+exp(18,1524+0,0044*X_1-0,5703*X_2-0,1949*X_3)),$ 

где

 $X_1$  – сфероэквивалент;

 $X_2-$  величина переднезадней оси глаза;

 $X_3$  – задняя стафилома.

С помощью статистического моделирования вероятности достижения остроты зрения (O3)  $\geq$  0,7 через 1 месяц после операции нами получена следующая функция:

$$y=exp(9,2742-0,0059*X_1-0,2690*X_2-0,3138*X_3+1,3519*X_4/(1+exp(9,2742-0,0059*X_1-0,2690*X_2-0,3138*X_3+1,3519*X_4)),$$

где

 $X_1$  – сфероэквивалент;

 $X_2$  – величина переднезадней оси глаза;

 $X_3$  –высота ЗОСТ;

Х<sub>4</sub>– помутнения стекловидного тела в наружном сегменте.

С помощью статистического моделирования вероятности достижения остроты зрения (O3)  $\geq$  0,8 через 1 месяц после операции нами получена следующая функция:

$$\begin{split} &y{=}exp(8,8308\text{-}0,0195^*X_1\text{-}0,2771^*X_2\text{-}0,1584^*X_3\text{-}2,1080^*X_4\text{-}1,0405^*X_5\text{/}\\ &(1{+}exp(8,8308\text{-}0,0195^*X_1\text{-}0,2771^*X_2\text{-}0,1584^*X_3\text{-}2,1080^*X_4\text{-}1,0405^*X_5\text{)}),\\ &\text{где} \end{split}$$

 $X_1$  – сфероэквивалент;

 $X_2$  – величина переднезадней оси глаза;

 $X_3$  –высота ЗОСТ;

Х<sub>4</sub>– высота РШЗ в верхне-наружнем сегменте;

 $X_5$  –задняя стафилома.

С помощью статистического моделирования вероятности достижения остроты зрения (O3)  $\geq$  0,3 через 6месяцев после операции нами получена следующая функция:

$$y=\exp(-14,1496+0,4211*X_1+0,4831*X_2/(1+\exp(-14,1496+0,4211*X_1+0,4831*X_2)),$$
 где

 $X_1$  – величина переднезадней оси глаза;

 $X_2$  – задняя стафилома.

С помощью статистического моделирования вероятности достижения остроты зрения (O3)  $\geq$  0,4 через 6месяцев после операции нами получена следующая функция:

$$y = \exp(20,8394 + 0,0024 * X_1 - 0,6661 * X_2 - 0,2357 * X_3 / (1 + \exp(20,8394 + 0,0024 * X_1 - 0,6661 * X_2 - 0,2357 * X_3)),$$

где

Х<sub>1</sub>-сфероэквивалент;

 $X_2$  – величина переднезадней оси глаза;

 $X_3$  – задняя стафилома.

С помощью статистического моделирования вероятности достижения остроты зрения (O3)  $\geq$  0,7 через 6 месяцев после операции нами получена следующая функция:

$$y = \exp(9,0977 - 0,0082 \times X_1 - 0,2597 \times X_2 - 0,2904 \times X_3 - 0,7989 \times X_4 / (1 + \exp(9,0977 - 0,0082 \times X_1 - 0,2597 \times X_2 - 0,2904 \times X_3 - 0,7989 \times X_4)),$$

где

 $X_1$  – сфероэквивалент;

Х<sub>2</sub> – величина переднезадней оси глаза;

 $X_3$  –высота ЗОСТ;

 $X_4$  – задняя стафилома.

С помощью статистического моделирования вероятности достижения остроты зрения (O3)  $\geq$  0,8 через 6 месяцев после операции нами получена следующая функция:

$$y = \exp(7,9241 - 0,0015 * X_1 - 0,2610 * X_2 - 0,1418 * X_3 - 0,9755 * X_4 / (1 + \exp(7,9241 - 0,0015 * X_1 - 0,2610 * X_2 - 0,1418 * X_3 - 0,9755 * X_4)),$$

где

 $X_1$  – сфероэквивалент;

 $X_2-$  величина переднезадней оси глаза;

Х<sub>3</sub> -высота ЗОСТ;

Х<sub>4</sub>- задняя стафилома.

# Приложение Б

# Математические уравнения для заданных уровней остроты зрения у пациентов с миопией высокой степени и начальной или незрелой катарактой (Пгруппа, n=75)

С помощью статистического моделирования вероятности достижения остроты зрения (O3)  $\geq$  0,3 и  $\geq$ 0,4 через 1 и 6месяцев после операции нами получена следующая функция:

y=exp(-

 $37,4158+1,1262*X_1+0,01640*X_2+2,165576*X_3+0,393742*X_4+0,000561*X_5)$  (1+exp(-

 $37,4158+1,1262*X_1+0,01640*X_2+2,165576*X_3+0,393742*X_4+0,000561*X_5)$ ), где

 $X_1$  – величина переднезадней оси глаза;

 $X_2$  – высота эпиретинальной мембраны;

Х<sub>3</sub> – гиперрефлективность хориоидеи;

 $X_4$  – задняя стафилома;

 $X_5$  – субфовеальная толщина хориоидеи.

При математическом моделировании вероятности достижения остроты зрения (O3)  $\geq$  0,7 через 1 месяц после операции получена следующая функция:

 $\begin{aligned} &y=exp(-3,21965+0,087559*X_1+0,20107*X_2+0,005555*X_3+0,866684*X_4-0,396872*X_5-0,303080*X_6+0,439039*X_7-0,009627*X_8) \ / \ (1+exp(-3,21965+0,087559*X_1+0,20107*X_2+0,005555*X_3+0,866684*X_4-0,396872*X_5-0,303080*X_6+0,439039*X_7-0,009627*X_8)), \end{aligned}$ 

где

 $X_1$  – величина переднезадней оси глаза;

 $X_2$  – высота ЗОСТ;

 $X_3$  – высота эпиретинальной мембраны;

 $X_4$  – деструкция пигментного эпителия;

 $X_5$  – разряжение пигментного эпителия;

Х<sub>6</sub> – гиперрефлективность хориоидеи;

 $X_7$  – задняя стафилома;

Х<sub>8</sub> – субфовеальная толщина хориоидеи.

При математическом моделировании вероятности достижения остроты зрения (O3)  $\geq$  0,7 через 6 месяцев после операции получена следующая функция:

 $y = \exp(-8,002 + 0,21983 * X_1 + 0,24868 * X_2 + 0,00313 * X_3 + 1,272495 * X_4 - 0,042341 * X_5 - 0,35775 * X_6) / (1 + \exp(-8,002 + 0,21983 * X_1 + 0,24868 * X_2 + 0,00313 * X_3 + 1,272495 * X_4 - 0,042341 * X_5 - 0,35775 * X_6) / (1 + \exp(-8,002 + 0,21983 * X_1 + 0,24868 * X_2 + 0,00313 * X_3 + 1,272495 * X_4 - 0,042341 * X_5 - 0,35775 * X_6) / (1 + \exp(-8,002 + 0,21983 * X_1 + 0,24868 * X_2 + 0,00313 * X_3 + 1,272495 * X_4 - 0,042341 * X_5 - 0,35775 * X_6) / (1 + \exp(-8,002 + 0,21983 * X_1 + 0,24868 * X_2 + 0,00313 * X_3 + 1,272495 * X_4 - 0,042341 * X_5 - 0,35775 * X_6) / (1 + \exp(-8,002 + 0,21983 * X_1 + 0,24868 * X_2 + 0,00313 * X_3 + 1,272495 * X_4 - 0,042341 * X_5 - 0,35775 * X_6) / (1 + \exp(-8,002 + 0,21983 * X_1 + 0,24868 * X_2 + 0,00313 * X_3 + 0,0042341 * X_5 - 0,0042341 * X$ 

 $8,002+0,21983*X_1+0,24868*X_2+0,00313*X_3+1,272495*X_4-0,042341*X_5-0,35775*X_6)),$ 

где

 $X_1$  – величина переднезадней оси глаза;

 $X_2$  – высота ЗОСТ;

 $X_3$  – высота эпиретинальной мембраны;

 $X_4$  – деструкция пигментного эпителия;

 $X_5$  – разряжение пигментного эпителия;

 $X_6$  – гиперрефлективность хориоидеи.

При математическом моделировании вероятности достижения остроты зрения (O3)  $\geq$  0,8 через 6месяцев после операции получена следующая функция:

y=exp(-

 $12,0921+0,38992*X_1+0,143721*X_2+0,3881*X_3+0,008188*X_4+0,340909*X_5+0,057346*X_6) \ / \ (1+exp(-1.5)$ 

 $12,0921+0,38992*X_1+0,143721*X_2+0,3881*X_3+0,008188*X_4+0,340909*X_5+0,057346*X_6)$ ,

где

 $X_1-$  величина переднезадней оси глаза;

 $X_2$  – высота ЗОСТ;

 $X_3$  – протяженность ретиношизиса в верхне-наружном сегменте;

Х<sub>4</sub> – высота эпиретинальной мембраны;

 $X_5$  – деструкция пигментного эпителия;

 $X_{6}$ – гиперрефлективность хориоидеи.

Приложение В

Диагностический алгоритм комплексного дооперационного обследования пациентов с миопией высокой степени и катарактой

