

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

ДЖАШИ БЕНТА ГАЙЗОВНА

**КОМПЛЕКСНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХИРУРГИЯ
ПЕРВИЧНОЙ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМЫ И
КАТАРАКТЫ НА ФОНЕ ПСЕВДОЭКСФОЛИАТИВНОГО СИНДРОМА**

Специальность: глазные болезни

14.01.07

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук
Балалин Сергей Викторович

Москва – 2020

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	6
Актуальность темы исследования	6
Цель работы	9
Научная новизна	9
Практическая значимость исследования	10
Положения выносимые на защиту	11
Степень достоверности и апробация результатов	8
Публикации	13
Внедрение в практику	13
Объём и структура диссертации	13
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	14
1.1. Псевдоэксфолиативный синдром и его роль в патологических процессах, сопровождающих катаракту и глаукому	15
1.2. Селективная лазерная трабекулопластика. История развития, варианты метода	22
1.3. Фемтолазер-ассистированная факоемульсификация катаракты на глазах с глаукомой и псевдоэксфолиативным синдромом	28
1.4. Плотность катаракты. Значение определения плотности ядра хрусталика на дооперационном этапе при хирургическом лечении пациентов с первичной открытоугольной глаукомой и катарактой на фоне псевдоэксфолиативного синдрома	31
1.5. Трабекулоклининг и его роль в достижении гипотензивного эффекта у пациентов с открытоугольной глаукомой и катарактой на фоне псевдоэксфолиативного синдрома	35

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ	41
2.1. Характеристика групп обследованных пациентов.....	41
2.2. Клинические методы исследования	45
2.3. Методы лечения.....	49
2.3.1. Селективная лазерная трабекулопластика.....	49
2.3.2. Факоемульсификация катаракты	52
2.3.3. Фемтолазер-ассистированная факоемульсификация катаракты.....	53
2.4. Методы статистической обработки полученных результатов.....	55
ГЛАВА 3. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХИРУРГИЯ НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ПЕРВИЧНОЙ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМЫ И КАТАРАКТЫ НА ФОНЕ ПСЕВДОЭКСФОЛИАТИВНОГО СИНДРОМА.....	56
3.1. Результаты лечения пациентов с начальной стадией первичной открытоугольной глаукомы и катарактой на фоне псевдоэксфолиативного синдрома методом факоемульсификации катаракты.....	56
3.2. Изучение плотности катаракты.....	65
3.2.1. Исследование акустической плотности хрусталика.....	66
3.2.2. Факодеструктивная динамометрия.....	70
3.2.3. Подбор энергии фемтолазера для выполнения фемтолазерной ассистенции на глазах с различной степенью плотности катаракты.....	73
3.3. Трабекулоклининг.....	76
3.4. Результаты комплексного применения модифицированной лазерной, гидродинамической и ультразвуковой хирургии при лечении пациентов с начальной стадией первичной открытоугольной глаукомы и катарактой на фоне псевдоэксфолиативного синдрома.....	78
3.4.1. Результаты исследования клинико-функциональных показателей лечения, основанного на применении	

селективной лазерной трабекулопластики и факоемульсификации катаракты.....	78
3.4.2. Результаты исследования клинико-функциональных показателей лечения, основанного на применении селективной лазерной трабекулопластики и фемтолазер-ассистированной факоемульсификации катаракты, включающей трабекулоклининг.....	95
3.4.3. Сравнительный анализ эффективности комплексного энергетического хирургического лечения первичной начальной открытоугольной глаукомы и катаракты на фоне псевдоэксфолиативного синдрома на основе применения модифицированных лазерной, гидродинамической и ультразвуковой методик.....	119
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	128
ВЫВОДЫ.....	138
Практические рекомендации.....	139
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	140
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	142

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Согласно данным ВОЗ, в мире насчитывается около 2,2 млрд человек с той или иной формой нарушения зрения (World Health Organization, 2019). Из них легкие нарушения зрения были выявлены у 188,5 млн человек, от умеренных до тяжелых - у 217 млн, слепота зафиксирована у 38 млн человек (Bourne R.R.A., Flaxman S.R., 2017). Глаукома диагностирована у 64 миллионов человек, 6,9 млн из которых (10,9%) слепы. У 65,2 миллионов человек слепота либо слабовидение были вызваны катарактой (Макогон С.И., Макогон А.С., 2016г; Федеральная служба государственной статистики, 2018).

Согласно статистическим данным министерства здравоохранения за 2017 г., зафиксировано 1330597 пациентов с глаукомой и 2518324 пациента с катарактой, из них 132056 пациентов слепы, включая 20719 случаев билатеральной слепоты (Федеральные клинические рекомендации по офтальмологии, 2016-2017; Заболеваемость всего населения России в 2017, статистические материалы, 2018). Сочетание катаракты и глаукомы по данным разных авторов наблюдается в 17,0- 38,6% (Егоров Е.А., 2016).

Псевдоэксфолиативный синдром (ПЭС) относится к системным дистрофическим изменениям соединительной ткани с преимущественным поражением переднего отрезка глаза, играющим немаловажную роль в развитии катаракты и глаукомы. Сочетание ПЭС и первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ) составляет 20-50% от всей ПОУГ (Tarkkanen A. John G., Kivela T., 2002; Schlötzer-Schrehardt U., 2010; Егоров Е.А., Астахов Ю.С., Еричев В.П., 2015; Михина И.В., 2016; Gulsum Egemen Erkayhan, Semih Dogan. 2017). В России частота ПЭС варьируется от 7,7 до 83,2% (Егоров Е.А., Астахов Ю.С., Еричев В.П., 2015). ПЭС приводит к нарушению гидродинамики глаза и повышению внутриглазного давления и, следовательно, является предрасполагающим

фактором риска развития глаукомы (Агафонова В.В., Баринов 2010; Керимова Р.С., 2011; Михина И.В., Фабрикантов О.П., 2012). Важнейшими признаками ПЭС по данным гониоскопии являются наличие псевдоэксфолиативного материала (ПЭМ) в углу передней камеры (УПК) и выраженная пигментация трабекулы (Юрьева Т.Н., 2011). У 50% пациентов с ПЭС развивается катаракта (Михина И. В., 2016; Малов В.М., Ерошевская Е.Б., 2013; Егорова Е.А., Астахов Ю.С., Еричев В.П., 2015). Оксидативный стресс, имеющий место при ПЭС, по мнению Selin J.Z. и Lindblad B.E. (2014) резко увеличивает развитие возрастной катаракты (Selin J.Z., Lindblad B.E., 2014). Отмечается также нарушение капсулы хрусталика, связочного аппарата хрусталика, что, в том числе, нередко приводит к развитию осложненной катаракты. (Тахчиди Х.П., Баринов Э.Ф., 2010; Михина И.В., Фабрикантов О.П., 2012; Егоров Е.А., 2015).

Применение селективной лазерной трабекулопластики (СЛТ) на ранних стадиях ПОУГ позволяет снизить внутриглазное давление (ВГД), улучшить отток водянистой влаги и состояние Шлеммова канала за счет фототермолизиса пигментных гранул (Latina M.A., 1995, 1997).

В литературе многими исследователями описан гипотензивный эффект факоэмульсификации катаракты (ФЭК). Авторы связывают данный эффект с изменением топографо-анатомических соотношений структур переднего отрезка глазного яблока (от 13 до 88,2% снижения от исходного уровня ВГД) (Малюгин Б.Э., Агафонова В.В, 2015; Файзулина Х.Г., 2014; Chen P.P., 2015; Jimenes-Roman J., 2017), увеличением оттока внутриглазной жидкости (ВГЖ) на 48-59% (Стебнева И.Т., 2009), вымыванием ПЭМ в ходе ФЭК (Jacobi P.S., 1997; Georgopoulos G.T., 2000; Малюгин Б.Э., Тимошкина Н.Т, 2004).

Кроме того, важно учитывать, что плотность катаракты при ПЭС может быть выше, чем в случаях неосложненной катаракты (Якуб Р.А, 2008), следовательно хирургия катаракты может быть сопряжена с дополнительными сложностями. Методики факохирургии также постоянно совершенствуются. Ряд авторов видит преимущества в фемтолазерной ассистенции на различных

этапах факоэмульсификации, особенно в хирургии осложненных катаракт (Kendall E. Donaldson, Rosa Braga-Mele, 2013; Buratto L., 2014; Chang D.F., 2017).

Учитывая вышесказанное, в рамках предоперационного обследования пациентов необходимо определение плотности катаракты, оценка связочного аппарата хрусталика, состояния УПК глаза, степени его пигментации, степени выраженности ПЭС и нарушения гидродинамики глаза. Комплексный подход к диагностике и последующему своевременному лечению комбинированной патологии, включая современные эффективные и более безопасные хирургические техники и методы лечения на основе применения лазерной, ультразвуковой и гидродинамической хирургии при комбинированном лечении ПОУГ, особенно в начальной стадии, и катаракты на фоне ПЭС позволит достигнуть лучших функциональных результатов в отдаленные периоды наблюдений.

В настоящее время к современным энергетическим методам лечения глаукомы и катаракты на фоне ПЭС следует отнести СЛТ, ФЭК, а также фемтолазер-ассистированную факоэмульсификацию (ФЛАФЭК) и трабекулоклининг (ТК) на этапах ФЭК. В литературе недостаточно изучены возможности применения комплексной технологии лечения глаукомы и катаракты на фоне ПЭС на основе данных методов, не разработаны алгоритмы диагностики по отбору пациентов на комплексное лечение, требует изучения индивидуальный подбор оптимальных энергетических параметров при проведении СЛТ у больных глаукомой на фоне ПЭС, объективной предоперационной оценки плотности катаракты и последующий выбор энергетических параметров при выполнении фемтолазер-ассистенции на этапе факоэмульсификации катаракты, требуется разработка методики выполнения ТК с интраоперационной оценкой эффективности удаления ПЭМ с трабекулярной мембраны.

Всё вышеизложенное сделало актуальной поставленную в исследовании цель.

Цель работы

Разработать эффективную и безопасную технологию комплексного энергетического хирургического лечения начальной стадии первичной открытоугольной глаукомы и катаракты на фоне псевдоэксфолиативного синдрома на основе применения модифицированных лазерной, гидродинамической и ультразвуковой методик.

Для решения поставленной цели были сформулированы следующие задачи исследования:

1. На основе клинических исследований проанализировать результаты лечения пациентов с начальной стадией первичной открытоугольной глаукомы и катарактой на фоне псевдоэксфолиативного синдрома методом изолированной факоэмульсификации катаракты.

2. На основе клинических исследований разработать способ определения акустической плотности хрусталика по данным ультразвуковой биомикроскопии для выбора энергетических параметров фемтолазера при выполнении фемтолазер-ассистированной факоэмульсификации катаракты.

3. На основе экспериментальных исследований разработать способ факодеструктивной динамометрии для определения взаимосвязи между акустической и механической плотностью хрусталика.

4. Разработать способ эффективного удаления псевдоэксфолиативного материала с трабекулярной мембраны на основе гидродинамического трабекулоклининга с колориметрическим анализом окрашенных структур угла передней камеры.

5. Разработать алгоритмы отбора, подготовки пациентов и выполнения комплексного энергетического лечения начальной стадии первичной открытоугольной глаукомы и катаракты на фоне псевдоэксфолиативного синдрома, а также оценить эффективность и безопасность предложенной технологии.

Научная новизна

1. Разработанный способ факодеструктивной динамометрии, заключающийся в вычислении силы, необходимой для разрушения хрусталика, позволяет определить взаимосвязь между акустической и механической плотностью хрусталика.

2. Разработанный способ определения акустической плотности хрусталика по данным ультразвуковой биомикроскопии позволяет выбрать энергетические параметры фемтолазера при фемтолазер-ассистированной факоэмульсификации катаракты.

3. Разработанный способ гидродинамического трабекулоклининга, заключающийся в интраоперационном окрашивании псевдоэксфолиативного материала с последующей его аспирацией, позволяет эффективно удалить дебрис с трабекулярной мембраны.

4. Разработанный алгоритм отбора, подготовки и проведения комплексного энергетического лечения пациентов с начальной стадией первичной открытоугольной глаукомы и катарактой на фоне псевдоэксфолиативного синдрома позволяет провести эффективное лечение на основе выполнения селективной лазерной трабекулопластики и фемтолазер-ассистированной факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ, включая гидродинамический трабекулоклининг.

5. Проведенный сравнительный анализ доказал высокую эффективность и безопасность разработанной комплексной технологии хирургического лечения пациентов с начальной стадией ПОУГ и катарактой на фоне ПЭС.

Практическая значимость исследования

1. Определены критерии отбора пациентов для разработанной технологии хирургического лечения пациентов с начальной стадией первичной открытоугольной глаукомы и катарактой на фоне псевдоэксфолиативного синдрома на основе применения селективной

лазерной трабекулопластики и фемтолазер-ассистированной факоэмульсификации катаракты, включая трабекулоклининг.

2. У пациентов с начальной стадией ПОУГ при достижении индивидуального ВГД на фоне медикаментозного гипотензивного лечения без применения инстилляций простагландинов следует первым этапом лечения выполнять СЛТ, а в ходе второго этапа для достижения стойкого гипотензивного эффекта, сохранения естественных путей оттока внутриглазной жидкости проводить ФЛАФЭК с имплантацией ИОЛ и гидродинамический трабекулоклининг.

3. При акустической плотности хрусталика свыше 34 дБ катаракту следует относить к категории плотных

4. При фемтолазер-ассистенции с помощью прибора «LenSx» («Alcon», США) эффективность факофрагментации катаракт средней плотности достигается при применении режима Medium (8 мкДж), при катарактах высокой плотности – режима Hard (10 мкДж).

5. Для достижения максимального эффекта при проведении гидродинамического трабекулоклининга рекомендуется выполнять предварительное окрашивание псевдоэксфолиативного материала в углу передней камеры глаза.

Положения, выносимые на защиту

Разработанная комплексная технология с применением модифицированной лазерной, гидродинамической и ультразвуковой хирургии при лечении начальной стадии первичной открытоугольной глаукомы и катаракты на фоне псевдоэксфолиативного синдрома, включающая в себя диагностический алгоритм отбора пациентов по комплексной клинико-функциональной оценке показателей гидродинамики глаза, периметрии, оптической когерентной томографии диска зрительного нерва и сетчатки, предоперационной оценке эффективности медикаментозного гипотензивного лечения по достижению индивидуального уровня внутриглазного давления и

выполнение селективной лазерной трабекулопластики, фемтолазер-ассистированной факоэмульсификации катаракты с заданными согласно акустической плотности катаракты параметрами фемтолазера и имплантацией ИОЛ, включая гидродинамический трабекулоклининг, позволяет снизить внутриглазное давление до индивидуального уровня, улучшить показатели гидродинамики глаза, сохранить естественные пути оттока внутриглазной жидкости и стабилизировать динамику зрительных функций без применения технологий инвазивной антиглаукомной хирургии.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность результатов данной работы определяется большим объемом выполненных исследований с использованием известных и разработанных в рамках диссертационной работы методов. Выводы и практические рекомендации основываются на статистической обработке полученных результатов и соответствуют поставленной цели и задачам исследования.

Результаты исследования опубликованы в рецензируемых отечественных научных изданиях, а также зарубежной печати. Основные результаты и положения работы доложены и обсуждены на VIII Всероссийской научной конференции молодых ученых с международным участием «Актуальные проблемы офтальмологии» Москва, 20.06.2013; на XXXI конгрессе ESCRS, Амстердам, 5-9.10. 2013; на конференции «Фемтосекундные лазерные технологии в офтальмологии», Волгоград, 09.07.2015; на конгрессе Современные технологии в офтальмологии, 2015; на конференции «Современные технологии в офтальмологии», 2016; на Межрегиональной научно-практической конференции «Современные возможности лазерной хирургии в офтальмологии», 07.07.2016; на юбилейной научно-практической конференции «Фемтосекундные технологии в офтальмологии», Чебоксары, 25-26.08.2017; на научно-практической межрегиональной с международным

участием конференции офтальмологов Южного Федерального округа РФ, Прикаспийских стран и Стран Причерноморья, г. Астрахань, 2017; на конгрессе Европейского общества катарактальных и рефракционных хирургов, Лиссабон, Португалия, 7–11.10.2017; на Всероссийской юбилейной научно-практической конференции с международным участием «Лазерная интраокулярная и рефракционная хирургия», г. Санкт-Петербург, 8-9.12.2017; на XV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием "Федоровские чтения-2018", Москва, 21-22.06.2018; на 16-ой Харбинской международной офтальмологической конференции; на 6-ом Российско-китайском международном научно-исследовательском форуме по офтальмологии и 6-ом офтальмологическом форуме молодых ученых провинции Хейлуцзян, Китай, 10-11.08.2018; на Межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные вопросы офтальмологии», Волгоград, 24.08.2018, на утренней конференции Калужского филиала Калуга, 3-5.10.2018, на конференции Современные технологии в офтальмологии, 2018; на еженедельной научно-клинической конференции в Головной организации, Москва, 2017, 26.04.2019; на Всероссийском конгрессе с международным участием VII Байкальские офтальмологические чтения "Настоящее и будущее офтальмологии", Иркутск, 28-29.08.2019, на 37 конгрессе Европейского общества катарактальных и рефракционных хирургов (ESCRS), Париж, Франция, 14-18.09.2019; на XX Всероссийском научно-практическом конгрессе с международным участием «Современные технологии катарактальной, роговичной и рефракционной хирургии» Москва, 3-5.10.2019 и на XX Всероссийском научно-практическом конгрессе с международным участием «Современные технологии катарактальной, роговичной и рефракционной хирургии» Москва, 3-5.10.2019; на Всероссийской научно-практической конференции с международным участием "Лазерная интраокулярная и рефракционная хирургия", г. Санкт-Петербург, 13-14.12.2019; на заседаниях регионального общества офтальмологов г.

Волгограда и Волгоградской области, 20.11.2015; 17.02.2017; 20.04.2018; 28.08.2020.

Публикации

По теме исследования опубликована 31 научная работа, из них 6 – в журналах, рекомендованных ВАК РФ, получено 7 патентов РФ на изобретение.

Внедрение в практику

Результаты работы внедрены в лечебную практику Санкт-Петербургского филиала ФГАУ «Национального медицинского исследовательского центра «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад.

С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (акт внедрения от 2020 г.), Калужского филиала ФГАУ «Национального медицинского исследовательского центра «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (акт внедрения от 2020 г.), Чебоксарского филиала ФГАУ «Национального медицинского исследовательского центра «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (акт внедрения от 2020 г.).

Объём и структура диссертации

Диссертация изложена на 168 страницах и состоит из введения, обзора литературы, 3 глав исследований, заключения и выводов. Список литературы содержит 240 источников, из них 98 публикаций отечественных и 142 – иностранных авторов

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Глаукома - вторая по значимости причина слепоты во всем мире, от которой на сегодняшний день страдают более 60 млн человек от 40 до 80 лет. Согласно прогнозам ООН, к 2040 году число больных глаукомой может достичь 112 млн [197,218]. 74% из этого числа - случаи ПОУГ. В последние годы информированность пациентов об угрозах потери зрения при глаукоме увеличивается [103,129]. Опрос показал, что 85% респондентов больше всего боятся потерять зрение, однако лишь 24% из них знает, что глаукома неизлечима [218]. По данным на 2010 год двусторонняя слепота зафиксирована у 4,5 млн пациентов с открытоугольной глаукомой (ОУГ), а к 2020 году значение составит 5,9 млн человек [197].

1.1. Псевдоэкзофалиативный синдром и его роль в патологических процессах, сопровождающих катаракту и глаукому

Псевдоэкзофалиативный синдром (ПЭС) – распространенная патология экстрацеллюлярного матрикса, сопровождающаяся избыточной продукцией и накоплением патологического внеклеточного материала в различных интра- и экстраокулярных тканях.

ПЭС часто сопутствует возрастной катаракте и первичной глаукоме. Патологические изменения, развивающиеся у пациентов с ПЭС, осложняют течение глаукомы и способствуют прогрессированию катаракты. Также возрастает риск интра- и послеоперационных осложнений. Установлено, что ПЭС встречается у 60-70 млн человек в мире или от 0,4% до 83,2% в разных странах [61,62,80]. В среднем ПЭС выявляется у 15% больных, прооперированных по поводу катаракты в возрасте 60-69 лет, у 42% больных в возрасте 70-79 лет и у 48% больных старше 80 лет, примерно с одинаковой частотой у мужчин и женщин [131]. Отмечено, что случаи сочетания ПЭС и первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ) составляют 20-50% от всей ПОУГ [131,208,217].

В России частота ПЭС варьируется от 7,7 до 83,2% по данным разных авторов [61]. При этом ПЭС встречается у 64,6% пациентов с глаукомой, а у 50% пациентов с ПЭС развивается катаракта [50,59,61].

Частота псевдоэкзофолиативной глаукомы (ПЭГ) напрямую зависит от распространенности ПЭС в данном регионе. Считается, что в странах Европы сочетание глаукомы и ПЭС встречается в среднем в 15-66% случаев, в Азии – 1-16%, США - не более 12% [50,58,217]. Причинами эпидемиологической неоднородности даже внутри одной популяции, по мнению R. Ritch (2001), могут быть возрастно-половые характеристики изучаемых групп пациентов, критерии установления диагноза ПЭГ, наличие или отсутствие мидриаза, способность исследователя определить ранние стадии ПЭС [145].

В России, согласно данным разных авторов, распространенность ПЭГ варьируется от 47 до 80% (Кроль Д.С., 1968; Нестеров А.П., Тачиева Е.С., 1995; Курышева Н.И., Брежнев А.Ю., 2008) [43, 61]. Именно частое сочетание ПЭС и ОУГ - одна из причин активного интереса исследователей к данной проблеме [63].

Впервые псевдоэкзофолиативный синдром описал в 1917 г. J.G. Lindberg. Он обнаружил ПЭС у 50% пациентов с глаукомой, отметил связь этого феномена с возрастом и слабую дилатацию зрачка мидриатиками при нём [174]. При трансиллюминации радужки в 1914 году автор отметил сероватые хлопья по зрачковому краю и мембрану из того же материала на передней капсуле хрусталика. Феномен был выявлен с равной частотой как у пациентов с катарактой, так и у лиц старше 55 лет. Чаще синдром встречался на глазах возрастных пациентов, в связи с чем назывался “старческой эксфолиацией” до 1925 года [17,217].

Независимо от J.G. Lindberg в 1923 году Vogt A. и Malling B. предположили возникновение кист в зонулярной пластинке передней капсулы, приводящих к отшелушиванию ее передних слоев и, далее, отложению сформировавшейся ткани в виде мембраны на передней поверхности хрусталика [217].

Дальнейшее изучение данного феномена Busacca A., результаты которого автор опубликовал в Италии в 1927 году показало, что отлагающееся на передней капсуле хрусталика вещество не является ее эксфолиацией, а выпадает из влаги передней камеры [227].

Georgiana Dvorak- Theobali в 1954 году отметила отличие псевдоэксфолиативного материала от эпителия капсулы хрусталика [201].

В 1964 году норвежским профессором Bertelsen T.I. к определению процессов ПЭС предложен термин “эпителио-капсулярная фибриллопатия” хрусталика [217].

По данным многочисленных исследований ПЭС характеризовался как полиэтиологическое заболевание. Однако четкости в понимании причин его возникновения не было. Возраст относили к достоверно определенным факторам риска [18,59,131]. Также исследователями обсуждались наследственные факторы, аутоиммунные механизмы и даже вирусная природа заболевания [58,135, 136,174, 191,214, 236].

Патогенетические аспекты ПЭС принято было делить на 3 основные группы: локальные проявления старческого амилоидоза, генерализованное поражение базальных мембран и проявления системного эластоза. Доминирующей сегодня является теория возникновения ПЭС как поражения эластических миофибрилл. Прогрессирование патологии авторы связывали с межклеточной продукцией и аккумуляцией экстрацеллюлярного микрофибрилярного материала в структуре органов [18,76].

Исследования Streeten B.W., Li Z.Y. (1992), проведенные у пациентов с двусторонним глазным ПЭС и длительно существующей глаукомой показали, что ПМ обнаруживается не только интраокулярно, но и интерстициально в висцеральных органах - легких, сердце, печени и селезенке [214]. Однако обследование пациентов с аневризмой брюшной аорты в пределах Финляндии, например, не подтвердило связи между этими патологиями [214]. Atalar P.T. с соавторами в 2006 году показали, что существует тесная взаимосвязь между

ПЭС и системной васкулярной эндотелиальной дисфункцией [101]. К таким же выводам пришел в своих исследованиях Naji M. в 2008 году [191].

В продолжении изучения ПЭС Helbig H. (1994г) с соавторами было отмечено, что ПЭС сопровождается васкулопатией радужки. На основании исследования морфологии сосудов радужной оболочки и показателей рО₂ были сделаны выводы о гипоксии структур переднего отрезка в случае васкулопатии радужки, что может играть главенствующую роль в патогенезе ПЭС [135]. Оксидативный стресс (Selin J.Z., 2014), протеиновое окисление (Yagci R., 2008), эндотелиальная дисфункция при ПЭС (Tosun M., Erdurmus M., Bugdayci G., Celebi S., Alcelik A. 2012) способствуют развитию катаракты и глаукомы [220,207,236].

В 1997 году Ерошевской Е.Б., Маловым В.М. была предложена классификация псевдоэксфолиативного синдрома:

1 степень - легкая атрофия радужки, неравномерная зрачковая кайма, нежные псевдоэксфолиативные наслоения по передней капсуле, зрачку и эндотелию. Максимальный медикаментозный мидриаз до 5 мм.

2 степень - умеренная атрофия радужки, резкая атрофия пигментной каймы с выраженной дисперсией пигмента на поверхности радужки и тканях угла передней камеры. Выраженные псевдоэксфолиативные отложения. Максимальный медикаментозный мидриаз до 3,5-4 мм.

3 степень - резкая атрофия стромы, пигментная кайма в виде целлофановой пленки, зрачок не расширяется, сублюксация хрусталика [50].

С появлением ультразвуковой биомикроскопии глаза возможности диагностики ПЭС расширились. Егоровой Э.В., Узунян Д.Г., Толчинской А.И. были проведены исследования, на основе которых в 2004 году предложена классификация с выделением 4-х стадий развития и проявлений ПЭС [18,20]:

I стадия - начальные проявления ПЭС: точечные включения слабой акустической плотности, располагающиеся на задней поверхности

радужки, иридоцилиарной борозде, цилиарных отростках. Клинически эксфолиации не обнаруживаются.

II стадия - появление начальных изменений связочного аппарата хрусталика, проявляющихся разницей в длине волокон цинновой связки в различных сегментах, их истончением, растяжением, а местами — утолщением, склеиванием волокон; отмечается умеренная атрофия радужки. Включения в виде зерен и конгломератов располагаются более густо практически на всех структурах переднего сегмента глаза и имеют большую акустическую плотность. Клинически у больных этой группы эксфолиации не выявляются в 40% случаев.

III стадия - по данным УБМ эксфолиативные включения встречаются в виде конгломератов, которые, сливаясь между собой, образуют пласт на задней поверхности радужки. Волокна цинновой связки истончены, растянуты, участками лизированы. Разрыв волокон проявляется характерным признаком — появлением сферофакии в местах полного лизиса волокон цинновой связки, которая характеризуется визуализацией закругленного экватора хрусталика. Также характерна выраженная атрофия радужки и нарушения ее диафрагмальной функции.

IV стадия - по данным УБМ визуализируются обширные включения в виде конгломератов в передней камере, на задней поверхности радужки, цилиарных отростках, цилиарной борозде, капсуле хрусталика, волокнах цинновой связки, пограничной мембране стекловидного тела. Волокна цинновой связки растянуты, истончены, местами спаяны между собой или лизированы в нескольких сегментах. Для этой стадии характерно нарушение пространственных соотношений структур переднего сегмента глаза, которые проявляются асимметрией в параметрах глубины передней камеры, толщины прикорневой зоны радужки, плоской части цилиарного тела, а также в уменьшении угла передней камеры глаза [50].

Дальнейшие исследования ПЭС показали, что процесс преимущественно двусторонен, с последовательным возникновением на левом, а затем правом глазу, чаще встречается у женщин, но тяжелее протекает у мужчин [58,146]. При этом один из важнейших признаков ПЭС – выраженная пигментация трабекулы [95]. Данная особенность является одной из причин использования методики СЛТ в качестве метода выбора в лечении начальной стадии ПОУГ, способствующая восстановлению функций Шлеммова канала и улучшению гидродинамических показателей, что обеспечивается за счет фототермолизиса пигментных гранул. Преимущественная локализация пигмента: линия Швальбе и зона кпереди от нее, расположение линейное.

Исследователи предположили участие корнеосклеральной трабекулы в интенсивном образовании ПМ (особенно в эндотелии Шлеммова канала), что приводит к дезорганизации архитектоники последнего (Тахчиди Х.П., Баринов Э.Ф., Агафонова В.В., 2010; Керимова Р.С., 2011; Михина И.В., Фабрикантов О.П., 2012) [1,29,58,76]. Также происходит отложение депозитов ПЭС в увеальной части трабекулярной сети. При этом, за счет повышения концентрации белка в водянистой влаге вследствие нарушения проницаемости гематоофтальмического барьера и отложения пигмента в трабекулярной сети, высвобождается меланин, обладающий цитотоксическим эффектом в отношении эндотелия трабекулы. Все это приводит к нарушению гидродинамики глаза и повышению ВГД.

Тахчиди Х.П., Баринов Э.Ф. (2010) отметили при ПЭС вследствие нарушения эластогенеза повышенную ригидность решетчатой мембраны, что делает её более чувствительной к повышению ВГД и приводит к быстрому развитию нейрооптикопатии при глаукоме на фоне ПЭС в сравнении с другими формами глаукомы [79]. Уже на ранних стадиях данного процесса возникают изменения в связочном аппарате, что может протекать скрыто в связи с ригидностью зрачкового края радужки. Последовательность развития признаков ПЭС можно представить следующим образом:

1. прекапсулярная фаза ПЭС - матовая поверхность капсулы по данным биомикроскопии;
2. презернистая фаза – псевдоэксфолиативное кольцо на передней капсуле, в центре;
3. зернистая фаза - центрально расположенное кольцо псевдоэксфолиативного материала в пределах диаметра зрачка, свободная промежуточная зона и периферическая зернистая зона [95].

Такие особенности ПЭС значительно осложняют факохирургию. Указанные изменения капсулы хрусталика являются проявлениями факопатии (Vogt A., 1938). При этом катарактальный процесс имеет особенности на фоне ПЭС: преимущественно ядерные формы, факодонез вследствие поражения связочного аппарата, возможные геморрагические осложнения и роговичные послеоперационные реакции. Факохирургия в указанной ситуации сопровождается повышенным риском интра- и послеоперационных осложнений: из-за зонулопатии – частично лизированного связочного аппарата, выполнение капсулорексиса может быть затруднено в связи с выраженной экскурсией хрусталика и может приводить к увеличению площади поражения цинновых связок [9,16,17,19-22,32,54,60,77,105,119, 121, 239].

Этап факофрагментации также сопряжен с механическими усилиями в части разделения и дальнейшего удаления фрагментов ядра, а значит механическим напряжением внутрикапсульно. Выраженная кортико-капсулярная адгезия на глазах с ПЭС также затрудняет факофрагментацию [68,78]. Растянutosть и подвижность капсульного мешка может стать причиной разрывов задней капсулы - грозного осложнения факохирургии, приводящего к изменению нормальных анатомических соотношений структур глазного яблока (выпадение стекловидного тела, внекапсулярное положение интраокулярной линзы, фибриноидные, воспалительные послеоперационные процессы) [23,53,68,77,80].

По данным разных авторов, вероятность выпадения стекловидного тела при ПЭС возрастает до 9% - в 5 раз по сравнению с группой пациентов без ПЭС [32].

С целью сохранения капсульного мешка и ограничения тракций практикуется применение иридо-капсулярных крючков, позволяющих фиксировать капсульный мешок в стабильном положении на время хирургического вмешательства, капсульных колец для стабилизации положения ИОЛ в капсульном мешке [20-22,32,52,60]. Даже в случае максимально щадящей факохирургии на глазах с ПЭС в отдаленном послеоперационном периоде возможны дислокации комплекса капсульный мешок-капсульное кольцо-ИОЛ вследствие фиброза задней капсулы и фимоза переднего капсулотомического отверстия, приводящих к разрыву остаточных порций цинновых связок патологически измененного глазного яблока [11,21,22,54,60,77,210]. Кроме того, у таких пациентов выше риск развития вторичной катаракты - около 11% случаев. Это связано с особенностями этапа ирригации-аспирации кортикальных масс, удаление которых в полной мере при выраженной слабости связочного аппарата крайне затруднено [21,22,32,54].

Поскольку аккумуляция ПЭМ отмечается и на поверхности радужки и характеризуется его отложением по зрачковому краю, выщелачиванием пигмента в зоне сфинктера с облысением пигментной каймы, ригидностью зрачка, актуально использование термина иридопатия [61,76]. Хирургия катаракты при узком зрачке часто сопровождается разрывами задней капсулы (РЗК) вследствие низкой визуализации структур, а также геморрагическими осложнениями в связи с угрозой разрывов ригидного зрачкового края радужки [74-76,95,135,174,210]. Геморрагические осложнения вследствие васкулопатии также включают гифемы, отслойки сосудистой оболочки, экспульсивные геморрагии [74,76,135].

Кератопатия - еще один аспект значимости проявлений ПЭС для офтальмохирургии [61,76]. Исследования показали снижение плотности

эндотелиальных клеток (ПЭК) при сопутствующем увеличении центральной толщины роговицы у пациентов с псевдоэксфолиативным синдромом.

В хирургии катаракты, сочетанной с глаукомой и ПЭС, также имеет значение и то, что наибольший гипотензивный эффект после факохирургии отмечен в группе пациентов с осложненной катарактой и офтальмогипертензией на фоне ПЭС [51,53]. Это может быть связано с повреждающим воздействием ультразвука на отростки цилиарного тела [33,139,211]. Также этот эффект можно связывать с очищением УПК от трабекулярного дебриса на этапе ирригации-аспирации, а, следовательно, восстановлением собственных путей оттока ВГЖ [53,146].

Анализ данных литературы показывает, что количество таких осложнений, как сублюксация хрусталика, отрыв капсульного мешка, РЗК и выпадение стекловидного тела, гифема, нарушение функции сфинктера радужки, кератопатии, образование экссудативной пленки и задних синехий в хирургии катаракты и глаукомы у пациентов с ПЭС, в сравнении с пациентами без ПЭС в 2,5 раза больше [11,53,74,131,151,206].

Таким образом, хирургия катаракты и глаукомы на фоне псевдоэксфолиативного синдрома требует достаточной предоперационной подготовки и применения современных безопасных и высокоэффективных хирургических технологий.

1.2. Селективная лазерная трабекулопластика. История развития, варианты метода.

Поиск методов лечения глаукомы, стабилизирующих внутриглазное давление, привел исследователей к изучению возможностей применения лазерной энергии в лечении ПОУГ [100,115,117,127,138,181,196,219,225].

Одними из первых разработчиков лазерных операций на трабекуле стали М.М. Краснов с соавторами, предложившие с помощью

короткоимпульсного лазера выполнять гониопунктуру: нанесение на трабекулу 20-25 лазерных импульсов за сеанс мощностью 0,05-0,25 мДж [36].

Идея лазерного лечения глаукомы разрабатывалась и другими авторами. Так D.M. Worsten и Wickham M.G. в 1973 году разработали аргон-лазерную трабекулэктомию [228]. В 1979 году J.Weise, S.Witter предложили аргоновую лазерную трабекулопластику (АЛТ) [229]. Методика в эксперименте показала высокую эффективность при мультицентровых исследованиях групп пациентов с ПОУГ, наблюдаемых в условиях только гипотензивной терапии и сочетавших гипотензивную терапию с АЛТ, где группа АЛТ давала большее снижение ВГД в сравнении с изолированной гипотензивной терапией, включая глаза с ПЭГ [224,192].

В основе гипотензивного эффекта АЛТ лежит активное механическое повреждение трабекулярной решетки, где последующие ожоговые рубцовые ткани натягивают трабекулярную сеть и расширяют в ней отверстия, улучшая отток ВГЖ. Гистологические исследования показали коагулирующее разрушение трабекулярной сети Шлеммова канала при выполнении АЛТ в любых значениях энергии, что было отражено в работах Kramer T.R., Noecker R.J. (2001), Svenkel B., Hvala A. (2003), Туманян Э.Р., Ивановой Е.С., Любимовой Т.С. (2010), SooHoo J.R., Seibold L.K. (2015) [83,160,213,234]. В дальнейшем между коагулятами возможно образование фиброзной мембраны, приводящей к снижению оттока влаги и увеличению офтальмотонуса [109,137,184,202, 222,223,230]. Выполнение повторной АЛТ в силу изменений трабекулярной сети, согласно исследованиям ряда авторов, не рекомендовано [124,143].

В 1995 году M.F. Latina был предложен метод селективной лазерной трабекулопластики (СЛТ) - селективный фототермолизис на Nd:YAG-лазере (на илюмо-иттриевом гранате) с длиной волны 532 нм. Согласно авторской методике, во время процедуры подбирается максимальная пороговая энергия импульса (диаметр пятна 400 мкм), не вызывающая

образования кавитационных пузырьков, что позволяет избегать термического поражения трабекулярной сети при запуске процесса разрушения пигментированных клеток. Вследствие большого размера пятна зоной воздействия является не только зона проекции Шлеммова канала, но вся трабекула. Начальный уровень энергии - 0,8 мДж. Наносится 50 импульсов, не перекрывающих друг друга по окружности 180° и с энергией на 0,1 мДж меньше, чем необходимо для образования «эффекта попкорна». При этом термального повреждения трабекулы нет за счет короткой продолжительности импульса – 3 нс и большого диаметра пятна [115,160].

Согласно клеточной теории механизма действия СЛТ отмечается выделение медиаторов воспаления, которые вызывают миграцию макрофагов, фагоцитирующих пигмент, продукты обмена клеток, что очищает зону трабекулы и увеличивает ее проницаемость для водянистой влаги. При проведении СЛТ происходит экспрессия и секреция ИЛ-1beta и TNF-alpha в первые 8 часов после лазерного вмешательства. Эти цитокины инициируют ремоделирование юкстаканаликулярного экстрацеллюлярного матрикса, что приводит к улучшению оттока ВГЖ после СЛТ и снижению офтальмотонуса [109,122,138,166,205]. Процедура щадящая, при этом крупные пигментные гранулы не дефрагментируются [163,180].

Эффективность процедуры подтверждена многочисленными исследованиями [154,155,162,167,173,186,187,213,231,232].

Изучение предикторов успеха разными авторами выявило отсутствие связи эффективности СЛТ с возрастом, полом, степенью пигментации угла передней камеры; отмечена зависимость от предоперационного уровня ВГД и от количества инстиллируемых гипотензивных препаратов: использование более 2 лекарственных средств для нормализации ВГД при инстилляционной терапии создает риск некомпенсации офтальмотонуса после СЛТ [134,168,177].

СЛТ применяют как вмешательство первой линии в лечении начальных стадий первичной открытоугольной глаукомы, что обусловлено сохранением

и улучшением при этой методике естественных путей ВГЖ. Кроме того, процедура снижает количество инстилляций гипотензивных препаратов на 27% [166]. Снижение ВГД, по мнению разных авторов, может достигать от 6,9 до 35,9% [125,140,154,155,166,168,174,177,190,209,231]. При этом максимальный гипотензивный эффект, по мнению авторов, наблюдается через 2 месяца, снижение ВГД до минимальных от исходного значений отмечено через 24 месяца [140,209].

Изучение оттока ВГЖ методами флуоротонометрии и венотонометрии после выполнения СЛТ показало достоверное улучшение оттока в послеоперационном периоде [132,205].

Исследования случаев повторного лечения показали его успешность, сравнимую с первичными результатами СЛТ, что говорит о сохранности структуры трабекулы [109,110,116,118,120,123,124,133,137,139,177,179-182, 188,203,207,219]. Также отсутствие коагуляционного некроза после СЛТ доказано гистологическими исследованиями *in vitro* на кадаверных глазах [126,160,213].

УБМ-исследование в эксперименте показало утолщение цилиарного тела и радужки после СЛТ, однако толщина восстанавливалась через 1 месяц, что, согласно предположениям исследователей, связано с воспалительным процессом и пропотеванием сосудов [226].

Отдельные исследования демонстрировали случаи воспалительной реакции роговицы, снижение ПЭК гифемы после выполнения СЛТ и образование гониосинехий после повторно проведенных вмешательств, однако все проявления были кратковременными и обратимыми [123,155,170,171,188,191,194,199,234]. В работе Любимовой Т.С. показано, что активные воспалительные явления после СЛТ могут сохраняться до 10 суток, что было доказано данными тиндалеметрии и объективного исследования. Ирит с реактивным подъемом ВГД был зафиксирован в 5,1-15,3% случаев наблюдения в зависимости от стадии глаукомы, а белок во влаге передней камеры переставал определяться на 10-12 сутки после

вмешательства. Через месяц после СЛТ гипертензии не было выявлено ни в одном случае исследования [46].

Данные о послеоперационной реактивной гипертензии были представлены и другими авторами: кратковременное повышение уровня ВГД в сравнении с дооперационными показателями на 5 и более мм рт. ст., от 4,5 до 27% случаев [12,42,108,166,187,190].

Lee J., Wong M.O. в 2015 году пришли к заключению, что более высокие показатели используемой энергии способствуют большему снижению ВГД [169]. Дальнейшая разработка методики привела к формированию разных вариантов ее исполнения, в том числе надпороговой СЛТ, при которой авторы предложили постепенно увеличивать пороговое значение энергии лазера до начала образования пузырьков и появления эффекта «выбивания» и «встряхиывания» гранул пигмента из ячеек трабекулярной сети. Эффективность и безопасность метода отражена в работах авторов [4,5]. Указывается на отмену гипотензивных препаратов в послеоперационном периоде в 19,7% случаев при начальных стадиях ПОУГ, отсутствие воспалительных реакций и реактивных гипертензий.

Безопасность СЛТ изучалась изолированно и в сравнении с другими методами не только авторами, но и сторонними исследователями и многократно подтверждена при проведении в случае ПОУГ, включая случаи повторного и билатерального выполнения [37,117,138,140,145, 154,155,164,165,167,169,173,179,183,185,187,209,215,232]. Исследователи подробно рассматривали ультраструктурные изменения трабекулярной ткани с помощью методик простой, электронной и трансмиссивной микроскопии. Результаты исследований Latina показали, что при соблюдении селективности значимых изменений и травматизации трабекулярной ткани не происходит [163]. Jeffrey R. SooHoo и соавторы (2015) показали, результаты микроскопии препаратов ткани трабекулы после СЛТ, произведенной в разных энергетических значениях: 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 1,2 и 2,0 мДж. Селективная лазерная трабекулопластика выполнялась на Nd:YAG-

лазере с длиной волны 532 нм, величиной пятна 400 мкм. В качестве методов исследования применялись световая микроскопия (СМ), сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) и трансмиссивная электронная микроскопия (ТЭМ). Исследование образцов с помощью СМ показало после СЛТ интактные трабекулярные ткани, аналогичные тем, которые наблюдались в необработанных срезах. На снимках ТЭМ были видны участки с экстрацеллюлярными гранулами частично разрушенного пигмента. Эти изменения зафиксированы при 0,7 МДж и обнаруживались во всех препаратах, вне зависимости от присутствия или отсутствия в ходе СЛТ видимых «пузырьков шампанского». СЭМ образцов СЛТ, обработанных при 2,0 МДж, показала деструкцию трабекулярной ткани с «закручиваем» трабекулярных пластин по краям пятна аппликации. Исследование показало, что при СЛТ, выполненной при воздействии энергии лазера до 2 мДж разрушения трабекулярных пластин не происходит, при превышении 2 мДж СЛТ возможны ультраструктурные изменения трабекулярных мембран, а симптом «пузырьков шампанского» не может быть четким индикатором повреждения трабекулярной ткани [213].

Другой предложенный метод - лазерная активация трабекулы (ЛАТ), предполагает нанесение 50-60 аппликаторов на зону трабекулы в проекции Шлеммова канала по окружности 180° Nd-YAG-лазером с длиной волны 1064 нм, диаметром пятна 8-10 мкм, мощностью 0,8-1,1 мДж и экспозицией 3 нс [69]. При этом над поверхностью трабекулы образуется ударная волна, которая приводит в движение влагу передней камеры и различные отложения на поверхности трабекулы, осуществляя «промывание» трабекулярных щелей под давлением». Согласно мнению авторов, гипотензивный эффект после ЛАТ менее стабилен, чем после СЛТ: сохраняется только в течение 5-6 месяцев после операции. Кроме того, гипотензивный эффект после ЛАТ гораздо менее выражен и составляет 22,5% против 28% после СЛТ, соответственно [46,69].

В работах Малюгина Б.Э., Агафоновой В.В. отражено более эффективное снижение ВГД при выполнении СЛТ на глазах с ПОУГ, сочетающейся с ПЭС (до 39,5% снижения) [41,53].

В литературе также представлены сведения, согласно которым эффект СЛТ сопоставим с эффектом от применения аналогов простагландинов, однако экономически более выгоден [166,195,206].

Таким образом, СЛТ является операцией выбора при лечении пациентов с начальной стадией первичной открытоугольной глаукомы.

1.3. Фемтолазер-ассистированная факоемульсификация катаракты на глазах с глаукомой и псевдоэксфолиативным синдромом

Частота встречаемости катаракты в числе инвалидизирующих заболеваний в структуре глазной патологии составляет от 13,4 до 18%. Это обуславливает пристальное внимание к данной нозологии [91]. Распространение катаракты в России, согласно исследованиям, составляет 3,36% для городского населения и 3,63% для сельского населения [85]. При этом известно, что данное заболевание резко снижает качество жизни уже на ранних стадиях развития [25]. Согласно данным авторов, при падении остроты зрения до 0,6 и ниже уровень зрительной работоспособности пациента резко снижается [64].

По данным ООН ежедневно в мире проводится до 18 млн хирургических вмешательств по поводу катаракты и это число вскоре возрастет до 24 млн [240].

На сегодняшний день общепринятой операцией является ФЭК. На глазах с ПЭГ эта операция сопряжена с рядом сложностей. Согласно исследованиям, ПЭС встречается у 64,6% пациентов с глаукомой, а у 50% пациентов с ПЭС развивается катаракта [54,59,61], являющаяся патологией старшего возраста и примерно одинаково часто поражающая как мужчин, так

и женщин [131]. Частота встречаемости катаракты при глаукоме составляет от 17 до 76% [47,50,59,217].

Факохирургия при ПЭС осложняется слабостью связочного аппарата, обусловленной дистрофическими изменениями вследствие отложения ПЭМ на связках и их частичным лизисом [56,57,61,75,89,121,233]. Это требует максимально щадящих манипуляций как на этапе капсулорексиса, так и на этапе факофрагментации [32,53,57]. С позиций минимизации операционной травмы ФЛАФЭК является методом выбора в хирургии осложненных катаракт [96,112,156].

В дистрофический процесс также вовлекается задний эпителий и десцеметова мембрана, что делает роговицу максимально чувствительной и резко повышает риск послеоперационных кератопатий. У пожилых пациентов ПЭК составляет 2400-3200 клеток на мм² и снижается на 0,6% ежегодно. По мнению ряда авторов, для функционирования роговицы достаточно 400-700 клеток на мм² [198]. В исследованиях многие авторы отмечали потери эндотелиальных клеток после ФЭК в среднем на 6-14% [94,104,133,159,186,198,237,238,240].

Процедура фемтосопровождения, согласно данным исследований, способствует снижению потерь эндотелиальных клеток от 1,45 до 8,5% [94,237,240].

Изменения капсулы хрусталика, слабость связочного аппарата могут приводить к интраоперационной потере стекловидного тела в 8,8% случаев [131].

Ригидность зрачка отмечается, по данным авторов, в 75% случаев катаракты на фоне ПЭС [131]. Кроме того, фемтоассистенция часто сопровождается интраоперационным сужением зрачка, что связано со значительным увеличением уровня PGE₂ (простагландин E₂) и MDA (малондиальдегида). Использование нестероидных противовоспалительных средств снижает уровень PGE₂ и предотвращает интраоперационный миоз [144]. Применение фемтоассистенции на этапе

выполнения капсулорексиса позволяет выполнить капсулотомическое отверстие с минимальной нагрузкой на связочный аппарат [221]. Лазерная факофрагментация при условии ее достаточности способствует минимизации ультразвукового воздействия на этапе последующей факоэмульсификации. Недостаточная фрагментация потребует дополнительных затрат ультразвуковой энергии, поэтому для эффективной процедуры фрагментации очень важен подбор энергии лазера [116,221].

Манипуляции, сопряженные с длительным воздействием ультразвука, особенно на фоне исходных дистрофических изменений глазного яблока, могут приводить к послеоперационным воспалительным реакциям. При оценке послеоперационной реакции, согласно классификации С.Н. Федорова и Э.В. Егоровой (1992), принято рассматривать такие симптомы, как инъекция глазного яблока, отек роговицы, наличие феномена Тиндаля или экссудативной реакции, болевой синдром. В классификации выделяют 4 степени: 1-я степень – слабая инъекция глазного яблока, незначительный отек стромы роговицы или единичные нежные складки десцеметовой оболочки в области основного разреза, единичная точечная взвесь во влаге передней камеры; 2-я степень – слабая или умеренная перикорнеальная инъекция, отек стромы роговицы в области основного разреза и диффузный отек эпителия, складки десцеметовой оболочки, точечная взвесь во влаге передней камеры; 3-я степень – болевой синдром, смешанная инъекция глазного яблока, диффузный отек роговицы, нити или густая взвесь во влаге передней камеры, тусклый рефлекс с глазного дна, гипертензия; 4-я степень – отек век и конъюнктивы, экссудат в передней камере и стекловидном теле, отсутствие рефлекса с глазного дна.

Исследование результатов ФЛАФЭК в свете гипотензивного эффекта показало снижение ВГД в среднем на 2 мм рт.ст. на здоровых и на 3,4 мм рт.ст. на глаукомных глазах на первые сутки после вмешательства, компенсацию ВГД в течение трехлетнего периода наблюдения [102].

Учитывая эффективность метода, возможность решения проблем, возникающих при ФЭК на глаукомных глазах, при плотных катарактах и слабости связочного аппарата, фемтоассистенция на этапах фактоэмульсификации может быть дополнительным способом достижения максимальных функциональных результатов при минимальном числе интра- и послеоперационных осложнений.

1.4. Плотность катаракты. Значение определения плотности ядра хрусталика на дооперационном этапе при хирургическом лечении пациентов с первичной открытоугольной глаукомой и катарактой на фоне псевдоэкссфолиативного синдрома.

Одним из показателей, влияющих на выбор тактики хирургического лечения катаракты, является плотность ядра хрусталика. Так, в работе Н. Tabanden (1994) исследовано содержание воды, плотность и клинические проявления катаракт на примере 135 экстрактированных хрусталиков. При этом плотность ядра оценивалась с помощью специально сконструированной гильотины, содержание воды измерялось путем взвешивания хрусталика до и после высушивания, а также оценивались степень склероза ядра, степень поражения кортекса, вакуолизация ядра и возраст пациента [216]. В продолжение данного исследования российским авторами проводилась работа по определению твердости хрусталика – способность материала сопротивляться изменению формы при местном воздействии на него [39]. Кудрявцева Ю.В., Чупров Ф.Д. (2011) показали, что цветовая визуальная оценка хрусталика не дает точного представления о твердости хрусталика, а разработка методов определения плотности ядра является важным направлением в исследовательской работе.

Понимание механизмов развития катаракты связано с особенностями катарактогенеза. Согласно теориям развития катаракты возможны следующие пути. Экваториальные эпителиальные клетки могут

делиться почти неограниченно. После деления клетки, отложившиеся в толще хрусталика, движутся к его заднему полюсу, теряют ядра, выпячиваются и превращаются в волокна. При этом ядро хрусталика утолщается. Волокна образуют множество каналов, формируется синцитий, не имеющий ряда органелл (ядра, митохондрии). В волокнах образуются белки-кристаллины, не обновляющиеся всю жизнь. Воздействие ряда факторов (возраст, ультрафиолетовое излучение, травмы, курение) приводит к деградации кристаллинов, собирающихся в агрегаты и нарушающих процессы светопреломления. Также в процессе катарактогенеза увеличивается содержание натрия и в 10 раз снижается содержание калия, что нарушает водный баланс. Количество кальция возрастает, он принимает нерастворимые формы и депонируется. В изменении хрусталикового вещества важная роль отводится нарушению мембран хрусталиковых волокон, чувствительных к процессам свободно-радикального окисления и в норме не пропускающих ионы в клетку и из нее. При нарушении упорядоченности мембраны формируются вакуоли— теряется прозрачность [38,66,92,152,172,178].

ПЭС относится к факторам катарактогенеза. Ядерные катаракты являются более плотными [40]. Накопления молекулярных продуктов окислительной модификации липидов определяет механические свойства хрусталика и плотность его ядра. Отмечено, что этот процесс не ассоциирован со степенью зрелости катаракты и развивается с возрастом и от воздействия внешних факторов. Именно ядерные катаракты чаще сопровождают ПЭС, что определяется характером морфологических изменений хрусталика [8,50].

Якуб Р.А. (2008г) в своей работе показал четкую зависимость плотности катаракты от степени ПЭС: с увеличением степени ПЭС и возраста пациента уплотняется, возрастает плотность катаракты. При этом ядерная катаракта была выявлена в 48% случаев исследования [98].

Плотность хрусталика играет решающую роль в выборе энергетических параметров в ходе ФЭК, в том числе с фемтосопровождением (ФЛС) [112,161]. Минимизация затрачиваемой ультразвуковой энергии в

ходе ФЭК позволяет сократить риск развития индуцированных изменений (отек роговицы, макулярный отек) [6]. Избыточная энергия фемтолазера может оказывать негативное воздействие на ход хирургического вмешательства (скопление пузырей газа в капсульном мешке, создающее угрозу его разрыва, непрорезывание тканей из-за нарушения прозрачности ткани вследствие избыточности кавитации) [52,67,201,204]. Недостаточность прилагаемой энергии может привести к непрорезыванию тканей (роговичные разрезы, факофрагментация), что нивелирует усилия по оптимизации процесса факохирургии [31,97].

Информация о плотности ядра хрусталика позволяет оптимизировать параметры ультразвука и фемтолазера на этапах факохирургии. Одной из часто используемых классификаций плотности катаракты является классификация Л. Буратто (1999), согласно которой визуально оценивается цвет ядра хрусталика при исследовании в свете щелевой лампы. Принято различать 5 степеней плотности ядра катарактально измененного хрусталика:

- Первая степень (1) - мягкое ядро, прозрачное или светло-серого оттенка, с кортикальными или субкапсулярными помутнениями;
- Вторая степень (2) - ядро малой плотности, ядерная катаракта серого с желтым или светло-серого оттенка;
- Третья степень (3) - ядро средней плотности. Серый цвет ядра характерен для катаракт с преимущественным кортико-капсулярным компонентом, желтый цвет — для ядерных катаракт;
- Четвертая степень (4) - плотное ядро янтарно-жёлтого цвета;
- Пятая степень (5) - очень плотное ядро, имеющее темный цвет, оттенки которого могут изменяться от янтарного и до чёрного [111].

Также плотность катаракты можно оценить согласно классификации LOCS III (Lens Opacities Classification System – системная классификация помутнений хрусталика). Методика включает анализ 6 изображений изменений цвета ядра хрусталика (nuclear color – NC; 0,1–6,9) и помутнений ядра хрусталика (nuclear opalescence – NO; 0,1–6,9), полученных

при проведении биомикроскопии, 5 изображений помутнений кортикальных слоев хрусталика (cortical opacity – С; 0,1–5,9) и 5 видов задних субкапсулярных помутнений хрусталика (subcapsular opacity – Р; 0,1–5,9), полученных при проведении ретроиллюминации [114,118,178].

Стоит отметить, что указанные классификации, как и ряд классификаций других авторов, основаны на визуальной оценке хрусталика [34,35]. Однако в ходе ФЭК зачастую приходится сталкиваться, с одной стороны, с темно окрашенными ядрами, не требующими больших затрат энергии ультразвука, что говорит о небольших значениях плотности. С другой стороны, при светлоокрашенных ядрах затрачивается большое количество ультразвука. Поскольку данные о предполагаемой степени плотности катаракты и реальной ее плотности не всегда коррелируют, требуются дополнительные методы оценки плотности ядра хрусталика. В последние годы предпринимаются попытки оценки плотности катаракты более объективными методами, например определение оптической плотности хрусталика с помощью 3D-денситометрии и программного обеспечения Pentacam nucleus staging [3].

Существуют и методы определения акустической плотности ядра хрусталика. Начало этих исследований было положено С.Н. Федоровым и соавторами (1999). Исследователи предложили способ определения плотности ядра по акустической картине. При этом выделялся участок размером 1×2 мм, расположенный непосредственно за передней капсулой хрусталика, симметрично его переднезадней оси, при этом длинная сторона изучаемого участка располагалась вертикально. Далее проводилось исследование выделенной области с определением средней величины яркости участка в 256 градациях яркости. Фиксация результатов производилась в относительных единицах.

В дальнейшем способ дорабатывался и модифицировался [37,38]. Акустическая плотность исследовалась с помощью А-сканирования: создавалось одномерное изображение для определения толщины хрусталика в

центральной зоне, полученный показатель выражался в процентах. Методика предполагала измерение величины затухания сигнала, необходимого для появления эхосигнала от ядра хрусталика, следовательно интенсивное помутнение кортикальных слоев могло повлиять на результаты [90].

Также предлагались комбинированные методы УЗ исследования с помощью цифрового сканирования в В и 3D-режимах на общеклинических УЗ-диагностических системах [3].

Методики факохирургии основаны на использовании ультразвуковой и лазерной энергии, выбор значений которой напрямую зависит от плотности хрусталика. Объективизация данных о плотности катаракты необходима для создания алгоритма предоперационного подбора энергетических параметров аппаратуры в ходе выполнения факоэмульсификации катаракты [3,34,35,39].

1.5. Трабекулоклининг и его роль в достижении гипотензивного эффекта у пациентов с открытоугольной глаукомой и катарактой на фоне псевдоэкссфолиативного синдрома.

Гипотензивный эффект экстракции катаракты - один из аспектов катарактальной хирургии, особенно актуальный при лечении пациентов с ПОУГ на фоне ПЭС. В случаях закрытоугольной глаукомы решающую роль в снижении ВГД играет послеоперационное изменение анатомических структур глазного яблока, открытие угла передней камеры (при отсутствии гониосинехий) [7,31,49,85]. Но и у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой также отмечено снижение ВГД [53,70,73,140,142,212]. Так, по данным Стебневой И.Т. возможно снижение на 48% от исходных значений ВГД [73], по данным Малюгина Б.Э. и соавторов - на 39,8% [53]. Согласно ревью, опубликованному Американской Академией Офтальмологии за 2014 год, ВГД после ФЭК у пациентов с ПОУГ может снижаться на 13% от исходных значений, а количество инстилляций

снижается на 12%. При сопутствующем ПЭС ФЭК может привести к снижению ВГД на 20% и уменьшить количество инстилляций на 35% [113].

В 1994 году P.C. Jacobi предложил термин «трабекулоаспирация». Автором был разработан способ хирургического лечения глаукомы у пациентов с ПЭС методом очищения УПК от трабекулярного дебриса с помощью специально разработанной канюли. При этом в течение шестимесячного периода наблюдения зафиксировано стойкое снижение ВГД на 42%, при гониоскопии было отмечено обеднение пигментации Шлеммова канала. Пациенты в группе наблюдения продолжали использовать гипотензивные препараты в дооперационном объеме [147].

Разработка метода авторами прошла путь от изолированного вмешательства до этапа катарактальной хирургии [130,147,148]. Согласно приводимым исследователями данным, при использовании трабекулоаспирации отмечается снижение уровня ВГД в среднем на 50% от исходного (37,4 мм рт. ст. до вмешательства против 18,3 мм рт. ст. после трабекулоаспирации) и уменьшение количества инстилляций с 4,3 до 1,39 в день. Последующие исследования авторов были связаны с катарактальной хирургией. В работе, опубликованной в 1999 году сравнивались результаты хирургического лечения в трех группах пациентов с катарактой, глаукомой и ПЭС: после изолированной фактоэмульсификации катаракты, ФЭК с трабекулоаспирацией и после антиглаукомной операции (АГО). Исследование было проведено на 74 глазах. В течение двухлетнего периода наблюдения авторы отметили снижение ВГД на 36%, 64% и 78% от исходных значений. Только в группе АГО зафиксированы гипемиа (46%) и гипотония (11%), тогда как рефлюкс крови (61%) и кератопатия (19%) отмечены в группе пациентов, которым выполнена ФЭК в сочетании с трабекулоаспирацией [149].

Georgoropolus G.T. (2000) предложил метод лечения, включающий ФЭК с имплантацией ИОЛ и трабекулоаспирацию в случаях ПЭГ, сочетающейся с

катарактой. Автор подчеркнул, что это безопасный и эффективный метод лечения, позволяющий контролировать ВГД более эффективно и с меньшим гипотензивным послеоперационным пособием, чем изолированная ФЭК [128]. Исследование было проведено на 27 глазах в двух группах сравнения, где в первую группу были включены случаи ФЭК, комбинированной с трабекулоаспирацией, а во вторую – случаи изолированной ФЭК. Через 18 месяцев наблюдения в 1 группе отмечено компенсированное ВГД без гипотензивных препаратов у большинства пациентов - в 9-ти из 14 случаев. У пациентов второй группы отмечено компенсированное ВГД только в 3-х из 13-ти случаев изолированной ФЭК. Осложнений не отмечено. На основании исследований трабекулоаспирация представлена безопасным и эффективным методом лечения пациентов с катарактой и ПЭГ [157]. Данный метод активно разрабатывался также отечественными офтальмохирургами: Малюгиным Б.Э., 2004; Маловой И.В., 2005; Фечиным О.Б., 2009 [14,28,49,89]. При этом трабекулоаспирация проводилась по всей окружности УПК с помощью отдельных канюль для аспирации-ирригации с попеременной сменой положения наконечников в парацентезах и непосредственным контактом аспирационного наконечника с трабекулой [54,55], либо с помощью прямой ирригационной канюли, внутри которой расположена силиконовая трубка, выходящая за дистальный конец канюли на 0,4-0,5 мм, которой проводили механическую очистку трабекулы, чередуя ее с гидравлической, выполняемой путем подачи через ту же канюлю физиологического раствора в виде струи с регулируемым давлением [89].

Также предлагалась гидродиссекция Шлеммова канала и промывание трабекулы с помощью ирригационной канюли в качестве антиглаукомного этапа ФЭК [14].

Ферментативный трабекулоклининг, предложенный Лапочкиным А.В. (2013), представляет собой метод комбинированного лечения ПОУГ при сочетании с катарактой на основе эндоокулярного применения протеолитических ферментов с гидродинамической очисткой трабекул в

ходе ФЭК. С помощью ирригационного и аспирационного наконечников проводят аспирационно-ирригационную очистку трабекулы во всех сегментах УПК с целью максимально возможного удаления с наружной поверхности трабекулярного аппарата пигментных отложений и псевдоэксфолиаций (ПЭ), а также остатков вискоэластика, эритроцитов и микрофрагментов катарактального хрусталика, остающихся после выполнения ФЭК и последующим введением в переднюю камеру гемазы для ферментативной очистки трабекулы от фибронектина [45].

Комбинированная методика одномоментной ФЭК и вакуумной трабекулопластики *ab interno*, предложенная в 2014 году (Трубилин В.Н., Кайра Н.А.), состоит в механическом вытягивании ткани радужки путем захвата стромы аспирационным атравматическим силиконовым наконечником ирригационно-аспираторной системы по всему периметру УПК. При этом на трабекулярный аппарат, согласно мнению авторов, действует гидродинамическая, механическая сила и вакуум, за счет чего изменяется анатомическая структура УПК, он расширяется, а затем выполняется очистка зон трабекулярной ткани, освободившихся в результате механического расширения угла [82]. Следует учесть, что и вакуум, и гидродинамическая энергия воздействуют лишь на свободный дебрис. Для достижения максимального эффекта в ходе ТК необходимо полное высвобождение гранул пигмента из трабекулярной сети.

Известно, что СЛТ запускает процесс фототермолизиса пигментных гранул, что способствует очищению трабекулярной мембраны Шлеммова канала [163,164]. ТК после СЛТ может захватывать дебрис в виде экзопигмента и ПЭМ. Очищение трабекулярных щелей позволит сохранить и улучшить естественные пути оттока ВГЖ, что имеет особое значение у пациентов с ПОУГ на фоне ПЭС. Для достижения эффекта от комплексного вмешательства, ТК желательно проводить после СЛТ, когда завершен процесс фототермолиза пигментных гранул – через 1 месяц после лазерной процедуры. Для повышения эффективности ТК необходимо четко визуализировать ПЭМ

в УПК глаза для оценки эффективности выполненной процедуры. Анализ данного подхода в литературе исследован недостаточно.

Помимо изолированных методов лечения, исследователи часто обращаются к комбинированному хирургическому лечению при сочетании катаракты и ПОУГ. Так, Тахчиди Х.П. с соавторами (2008) предложил комбинировать выполнение СЛТ и ФЭК на глазах с ПЭГ [81]. При этом в переднюю камеру вводился краситель, затем выполнялась СЛТ. Через 20 мин с помощью ирригационно-аспирационной системы выводился окрашенный ПЭМ и выполнялись остальные этапы ФЭК. Однако, стоит учесть, что выполнение СЛТ при окрашенной красителем передней камере крайне затруднено. Кроме того, фототермолизис пигментных гранул после СЛТ наиболее выражен только через 1 мес. после операции.

Соколовская Т.В. и соавторы в 2017-2019 году опубликовали результаты работы по комбинированию методов ЛАТ и ФЭК [71]. При этом первым этапом пациентам выполнялась антиглаукомная лазерная операция – YAG-ЛАТ на лазерной установке Tango фирмы Laserex (Австралия). Параметры лазерного излучения при данной методике следующие: длина волны – 1064 нм, энергия импульса – 0,8–1,2 мДж, диаметр пятна – 8–10 мкм, экспозиция – 3 нс, количество импульсов – 55–70/360°. Затем вторым этапом, через 30–60 минут, выполнялась ФЭК по стандартной методике через роговичный разрез 1,8–2,0 мм с имплантацией эластичной ИОЛ. Более ранние исследования результатов ЛАТ теми же авторами демонстрировали меньшее снижение ВГД в сравнении с СЛТ, а также меньшую стабильность и необходимость реоперации через 5-6 месяцев [69].

Таким образом, каждый из описанных методов направлен на снижение офтальмотонуса у пациентов с ПОУГ и катарактой на фоне ПЭС. При комбинации антиглаукомных лазерных вмешательств и факохирургии, включающей ТК возможно усиление гипотензивного эффекта, достигаемого в ходе лечения. Выполнение СЛТ запускает процесс фототермолизиса и очищает трабекулу от пигментных гранул. Щадящие манипуляции на этапах

факохирургии, благодаря фемтоассистенции, помогают выполнить экстракцию катаракты максимально атравматично. ТК на этапе ирригации-аспирации позволяет тщательно очистить УПК от трабекулярного дебриса, а значит максимально полно сохранить собственные пути оттока ВГЖ.

В литературе не было работ, использующих комбинацию СЛТ, ФЛАФЭК и ТК в лечении пациентов с начальными стадиями ПОУГ и катаракты на фоне ПЭС. Данные технологии, согласно данным литературы, являются эффективными и безопасными. Поэтому комплексное применение лазерной, ультразвуковой и гидродинамической хирургии является перспективным направлением в лечении пациентов с ПОУГ и катарактой на фоне ПЭС.

Данная работа направлена на разработку и изучение эффективности и безопасности комплексного применения лазерной, ультразвуковой и гидродинамической хирургии при комбинированном лечении начальной стадии первичной открытоугольной глаукомы и катаракты на фоне псевдоэкзофолиативного синдрома

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1. Характеристика групп обследованных пациентов

Исследование выполнено в Клинике Волгоградского филиала ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Всего обследовано 251 человек (251 глаз). Возраст пациентов был от 64 до 80 лет. Средний возраст составлял $72,5 \pm 3,9$ лет. Характеристика обследованных групп представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика обследованных групп

<i>№</i>	<i>Группы</i>	<i>Количество глаз</i>
1.	1-я группа (контрольная) – 64 пациента с начальной стадией первичной открытоугольной глаукомы и катарактой на фоне псевдоэксфолиативного синдрома, которым была выполнена ФЭК с имплантацией ИОЛ	64
2.	2-я группа (контрольная) – 76 пациентов с начальной стадией первичной открытоугольной глаукомы и катарактой на фоне псевдоэксфолиативного синдрома, которым после СЛТ была выполнена ФЭК с имплантацией ИОЛ без трабекулоклининга	76
3.	3-я группа (основная) – 111 пациентов с начальной стадией первичной открытоугольной глаукомы и катарактой на фоне псевдоэксфолиативного синдрома, которым после СЛТ была выполнена ФЛАФЭК, включая гидродинамический трабекулоклининг с имплантацией ИОЛ	111
	Итого:	251

В 1-ю контрольную группу вошли 64 пациента (64 глаза), которым была выполнена только ФЭК с имплантацией ИОЛ (25,5%). Во 2-ю контрольную группу были включены 76 пациентов (76 глаз), которым после СЛТ была выполнена ФЭК с имплантацией ИОЛ, без фемтосопровождения и без ТК (30,27% от общего количества исследования). В основной группе были обследованы 111 пациентов (111 глаз) с начальной стадией ПОУГ и катарактой на фоне ПЭС, которым после предварительной СЛТ была выполнена ФЛАФЭК, включая гидродинамический ТК с имплантацией ИОЛ (44,2% от общего количества пациентов).

У всех пациентов диагностирована незрелая катаракта, начальная стадия ПОУГ на фоне ПЭС. Степень ПЭС оценивалась согласно классификации Егоровой Э.В., Узунян Д.Г., Толчинской А.И. на основе выполнения ультразвуковой биомикроскопии глаза. В группу исследования включены пациенты с I-III стадией ПЭС, при которых не отмечается грубой ригидности зрачка и выраженных подвывихов хрусталика (С.20).

Все пациенты ранее не были подвержены лазерному или хирургическому лечению глаукомы. Во всех случаях отмечена слабость связочного аппарата, не превышающая 1 степени сублюксации хрусталика.

Исследование, в соответствии с поставленными задачами, предполагало оценку гипотензивного эффекта комплексного энергетического лечения пациентов с начальной стадией ПОУГ и катарактой на фоне ПЭС.

С целью получения объективных результатов для оценки состояния гидродинамики глаза по коэффициенту легкости оттока внутриглазной жидкости у пациентов перед проведением СЛТ за 1 месяц были отменены лекарственные препараты, снижающие ВГД за счет улучшения оттока водянистой влаги (простагландины и α_2 -адреномиметики).

Критериями отбора пациентов на СЛТ как первого этапа лечения были:

1. ПОУГ, начальная стадия
2. открытый угол передней камеры глаза,

3. наличие экзогенной пигментации II-III степени на фоне псевдоэксфолиативного синдрома;
4. снижение повышенного офтальмотонуса до значений, превышающих значение индивидуально переносимого давления на фоне гипотензивной терапии β -адреноблокаторами и/или ингибиторами карбоангидразы.

На способ отбора пациентов и последовательное хирургическое лечение глаукомы получен патент РФ на изобретение №2555128, приоритет от 24.07.2013 г. ("Комбинированный способ лечения первичной открытоугольной глаукомы на фоне псевдоэксфолиативного синдрома в сочетании с катарактой").

Критериями отбора пациентов с начальной стадией ПОУГ и катарактой на фоне ПЭС после СЛТ на выполнение ФЛАФЭК с ТК или ФЭК как второго этапа лечения являлись:

1. ПОУГ, начальная стадия
2. открытый угол передней камеры глаза с наличием ПЭС;
3. положительный гипотензивный эффект от СЛТ в виде снижения ВГД до толерантного без применения гипотензивных препаратов или с применением β -адреноблокаторов и/или ингибиторов карбоангидразы.

С целью получения объективных результатов оценки состояния гидродинамики глаза по коэффициенту легкости оттока внутриглазной жидкости у всех пациентов 3-х групп перед проведением хирургического лечения катаракты были отменены лекарственные препараты, снижающие внутриглазное давление за счет улучшения оттока водянистой влаги (простагландины и α_2 -адреномиметики).

1-я группа (контрольная) включала 64 пациента (64 глаза), которым была выполнена ФЭК с имплантацией ИОЛ. Данная группа была выделена для изучения гипотензивного эффекта лечения без выполнения СЛТ и ТК. Основные показатели группы включены в таблицу 2.

Таблица 2 – Характеристика 1-й контрольной группы (64 глаза), $M \pm \sigma$

<i>Показатели</i>		<i>Значения</i>
Количество глаз		64
Возраст, лет		73,1±3,6
Пол	Мужчины	31 (48,4%)
	Женщины	33 (51,6%)

2-я группа включала 76 пациентов (76 глаз), которым последовательно были выполнены СЛТ и ФЭК с имплантацией ИОЛ.

Общие характеристики группы приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристика 2-й контрольной группы (76 глаз), $M \pm \sigma$

<i>Показатели</i>		<i>Значения</i>
Количество глаз		76
Возраст, лет		72,8±3,5
Пол	Мужчины	36 (47,4%)
	Женщины	40 (52,6%)

Таблица 4 – Характеристика основной группы (111 глаз), $M \pm \sigma$

<i>Показатели</i>		<i>Значение</i>
Количество глаз		111
Возраст, лет		72,4±3,9
Пол	мужчины	50 (45%)
	женщины	61 (55%)

Основная группа состояла из 111 пациентов (111 глаз), которым последовательно были выполнены СЛТ и ФЛАФЭК с имплантацией ИОЛ,

включая ТК. Средний возраст группы составил $72,4 \pm 3,9$ лет. Общие характеристики группы приведены в таблице 4.

Группы исследования были сопоставимы по гендерному признаку и возрасту. Пациенты наблюдались на первые сутки, через 1, 6, 12, 18 месяцев и через 2 года после проведенного лечения.

2.2. Клинические методы исследования

Всем пациентам проводилось комплексное обследование: визометрия, статическая периметрия, оптическая когерентная томография ДЗН, тонометрия, тонография, эндотелиальная микроскопия, ультразвуковая биометрия и биомикроскопия.

Визометрия выполнялась с использованием проектора знаков «Reichert AP 250» (Reichert Inc., США) с определением некорригированной и максимально корригированной остроты зрения при каждом последующем осмотре. Предварительно выполнялась авторефрактометрия на аппарате «Canon RK-F1» (Canon, Япония).

Для получения предварительной информации о состоянии периферического и центрального поля зрения проводили статическую периметрию на периметре «Периком» (Россия) с определением светочувствительности сетчатки в 113 точках поля зрения и обнаружением относительных и абсолютных скотом. По данным статической периметрии (периметр Humphrey, Carl Zeiss Meditec, модель 745i, стратегия SITA-Standard, тест 30-2, стимул белого цвета) анализировали основные показатели: MD - mean deviation (среднее отклонение), характеризует среднее снижение светочувствительности; PSD – pattern standard deviation (паттерн стандартного отклонения)/LV-loss variance (дисперсия потери светочувствительности), который характеризует выраженность локальных дефектов. На основании полученных данных проводили анализ локализации дефектов поля зрения и характера снижения светочувствительности.

Стадия глаукомы у обследуемых пациентов оценивалась комплексно в ходе офтальмоскопии с помощью прямого офтальмоскопа Beta 200S (Heine, Германия), диагностической линзы для непрямой офтальмоскопии с помощью щелевой лампы (Supper66, Volk, США), а также по данным оптической когерентной томографии (Cirrus HD-OCT 5000, CarlZeiss, Германия; Nidek OKT RS-3000, Япония) и статической автоматизированной периметрии (периметр «Периком», Россия и периметр «Humphrey», 745i, Carl Zeiss Meditec). При офтальмоскопии оценивались окраска и границы диска зрительного нерва, наличие геморрагий, характер экскавации. При выполнении ОКТ диагностики во внимание принимались следующие параметры: отношение площади экскавации к площади диска зрительного нерва (average cup/disc area), площадь нейроретинального пояса (rim area), объем экскавации (cup volume), средняя толщина слоя нервных волокон сетчатки (CHVC).

При биомикроскопии за щелевой лампой также оценивали состояние переднего отрезка глазного яблока: конъюнктиву, склеру, роговицу, глубину передней камеры, состояние радужки, состояние и положение хрусталика. При осмотре радужки принципиальное значение имело наличие/отсутствие дистрофических изменений, степень деструкции пигментной каймы и ригидность зрачка, наличие псевдоэксфолиативного материала.

При осмотре хрусталика важными оценочными критериями были цвет хрусталика (визуальная колориметрическая оценка плотности ядра), явления вакуолизации и набухания, наличие/отсутствие факодонеза, как проявления слабости связочного аппарата.

Одним из этапов исследования, согласно поставленным задачам, было определение плотности катаракты. Для этого с помощью биомикроскопии на щелевой лампе с нижним осветителем (Reichert, США) выполнялась визуальная оценка плотности хрусталика согласно классификации Буррато (С.39). В дальнейшем пациентам основной и второй контрольной групп акустическая плотность ядра хрусталика исследовалась методом

ультразвуковой биомикроскопии на приборе Sonomed Vu Max (США) с датчиком 35 Мгц. Также в ходе УБМ-исследования определялось состояние связочного аппарата и оценивалась степень ПЭС. При обнаружении точечных включений слабой акустической плотности, располагающихся на задней поверхности радужки, иридоцилиарной борозде, цилиарных отростках констатировали I стадию процесса. При появлении изменений связочного аппарата хрусталика: разнице в длине волокон цинновой связки в различных сегментах, их истончении или утолщении, растяжении; обнаружении включений ПЭМ большой акустической плотности, густо располагающихся на структурах переднего сегмента диагностировали II стадию ПЭС.

Для определения аксиальной длины и кератометрических показателей выполнялась оптическая биометрия на аппарате IOL-master 700. Эти данные в дальнейшем требовались для расчета ИОЛ. Расчет выполнялся с помощью формул Barrett, Hoffer-Q, Holladay II, Haigis.

О степени компенсации глаукомного процесса судили по показателям внутриглазного давления и состояния гидродинамики глаза, которые были получены при стандартной тонометрии по Маклакову и с помощью тонографа GlauTest-60, Россия. Тонометрия выполнялась по стандартной методике, груз 10 грамм. У всех пациентов выполнялась тонография с определением 4-ех гидродинамических показателей: P_0 (истинное внутриглазное давление), C (коэффициент легкости оттока), F (минутный объем камерной влаги) и KB (коэффициент Беккера, P_0/C).

Для расчета толерантного давления применяли таблицу (табл. 5), которая позволяет определить уровень индивидуально переносимого истинного ВГД по уровню диастолического артериального давления в плечевой артерии и возрасту пациента [63].

Степень пигментации угла передней камеры глаза оценивалась по данным гониоскопии с помощью трехзеркальной линзы Гольдмана под эпibuльбарной анестезией и с использованием в качестве контактной среды глазного геля «Визитон-ПЭГ». Для оценки степени

пигментации пользовались шкалой по Нестерову А.П., где 0 - отсутствие пигмента в трабекуле, 1 - слабая пигментация в задней части трабекулы, 2 - интенсивная пигментация в задней части трабекулы, 3 - интенсивная пигментация всей трабекулярной зоны, 4 - интенсивная пигментация всех структур передней стенки УПК.

Таблица 5 - Определение толерантного истинного ВГД у больных ПОУГ с учетом возраста и диастолического артериального давления в плечевой артерии.

<i>АД</i> <i>диастол.,</i> <i>мм рт.ст.</i>	<i>В о з р а с т, л е т</i>											
	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	
50	14,7	14,6	14,5	14,4	14,3	14,1	14,0	13,9	13,8	13,7	13,5	
55	15,1	15,0	14,9	14,7	14,6	14,5	14,4	14,3	14,1	14,0	13,9	
60	15,4	15,3	15,2	15,1	15,0	14,8	14,7	14,6	14,5	14,4	14,2	
65	15,8	15,7	15,6	15,4	15,3	15,2	15,1	15,0	14,8	14,7	14,6	
70	16,1	16,0	15,9	15,8	15,7	15,5	15,4	15,3	15,2	15,1	14,9	
75	16,5	16,4	16,3	16,1	16,0	15,9	15,8	15,7	15,5	15,4	15,3	
80	16,8	16,7	16,6	16,5	16,4	16,2	16,1	16,0	15,9	15,8	15,6	
85	17,2	17,1	17,0	16,8	16,7	16,6	16,5	16,4	16,2	16,1	16,0	
90	17,5	17,4	17,3	17,2	17,1	16,9	16,8	16,7	16,6	16,5	16,3	
95	17,9	17,8	17,7	17,5	17,4	17,3	17,2	17,1	16,9	16,8	16,7	
100	18,2	18,1	18,0	17,9	17,8	17,6	17,5	17,4	17,3	17,2	17,0	
105	18,6	18,5	18,4	18,2	18,1	18,0	17,9	17,8	17,6	17,5	17,4	
110	18,9	18,8	18,7	18,6	18,5	18,3	18,2	18,1	18,0	17,9	17,7	
115	19,3	19,2	19,1	18,9	18,8	18,7	18,6	18,5	18,3	18,2	18,1	
120	19,6	19,5	19,4	19,3	19,2	19,0	18,9	18,8	18,7	18,6	18,4	

Для наблюдения за полнотой выполнения ТК на этапе хирургического лечения и сравнительного анализа пигментации структур УПК проводилась

интраоперационная гониоскопия. Использовался интраоперационный гониоскоп (линза Surgical Gonio).

Для определения состояния роговицы применялся метод эндотелиальной микроскопии с помощью прибора EM-3000 Specular Microscope, Tomey. Исследование бесконтактное. Определяется количество клеток заднего эпителия роговицы в различных сегментах с последующим автоматическим определением средних значений ПЭК.

2.3. Методы лечения

В качестве методов лечения использовались следующие известные технологии: селективная лазерная трабекулопластика, факоэмульсификация катаракты, фемтолазер-ассистированная факоэмульсификация катаракты.

2.3.1. Селективная лазерная трабекулопластика

Одним из важных критериев отбора на операцию являлась компенсация ВГД на фоне инстилляционной гипотензивной терапии. Всем пациентам контроль ВГД осуществлялся до и после вмешательства.

Селективная лазерная трабекулопластика выполнялась под эпibuльбарной анестезией с раствором Проксиметакаина (Алкаина) на комбинированной лазерной системе SLT&YAG Tango, ElLEX, Австралия и с помощью гониоскопической линзы Latina (SLT Gonio). Лазерный луч неодимового ИАГ-лазера с длиной волны 532 нм и диаметром пятна 400 мкм фокусировали на трабекулярную мембрану Шлеммова канала с захватом всей ширины трабекулярной зоны. Продолжительность импульса – 3 нс. Энергию лазера подбирали начиная с 0,8 мДж с постепенным уменьшением с шагом в 0,1 мДж до уровня минимальной энергии, вызывающей образование «пузырьков шампанского» и, затем, снижая на 0,1 мДж продолжали лазерное вмешательство. В заданной энергии наносили 50-70 неперекрывающихся лазерных импульсов вдоль плоскости

трабекулярной мембраны на протяжении 180 градусов. Во всех случаях наблюдения уровень энергии не превышал 0,7 мДж. На рисунке 1 ниже представлен этап подбора энергии лазера.

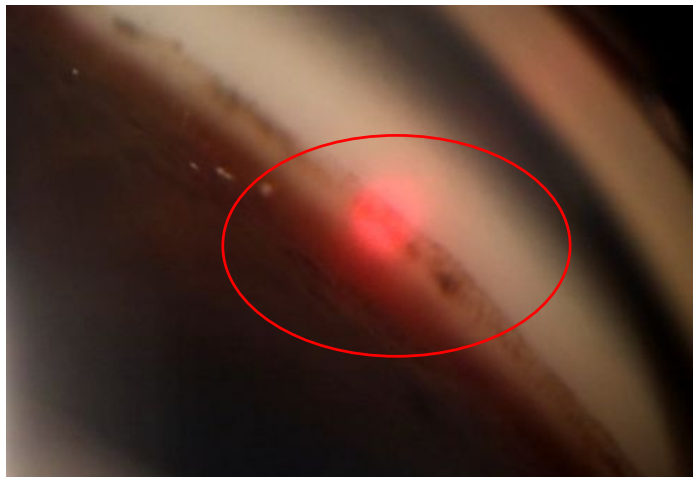


Рисунок 1- Подбор энергии лазера при проведении СЛТ

В послеоперационном периоде пациентам назначали инстилляцию р-ра нестероидного противовоспалительного препарата (0,1% раствора Индометацина (Диклофенака) по 1 капле 3 раза в день) в оперированный глаз в течение 10 дней и 0,05% раствор Пиклоксидина (Витабакта) в течение 10 дней [4].

При СЛТ этот результат достигается запуском процесса фототермолизиса пигментных гранул. Максимальный эффект гипотензивного действия и наступление депигментации Шлеммова канала после СЛТ отмечается через 1-2 месяца.

Через 4 недели после лазерной операции выполнялась фоторегистрация гониоскопической картины интактной зоны и зоны после СЛТ в пределах одного снимка с помощью целевой лампы с нижним осветителем, имеющей в комплекте цифровую фотовидеосистему (HS-7000-5x+ HIS-5000 U (10.0 M), Nuvitz, Южная Корея).

С помощью графического редактора Paint и полученных фотоизображений интактной зоны угла передней камеры и зоны после СЛТ,

проводилась колориметрическая оценка изменения состояния угла передней камеры после лазерной операции. Для этого определялись значения показателей колориметрического анализа RGB по шкале от 0 до 255 (от темного к светлому) и производился расчет изменения степени окрашивания структур угла передней камеры глаза и сравнение их между собой (рис. 2,3).

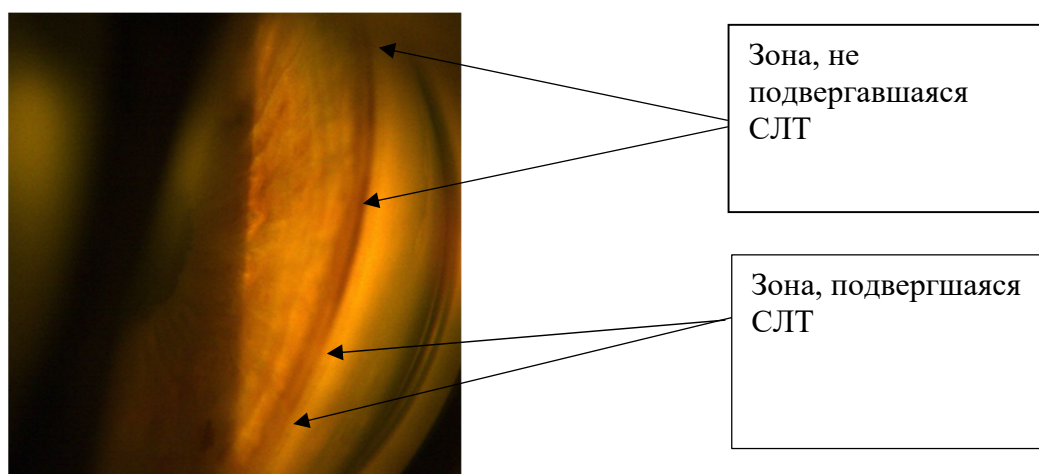
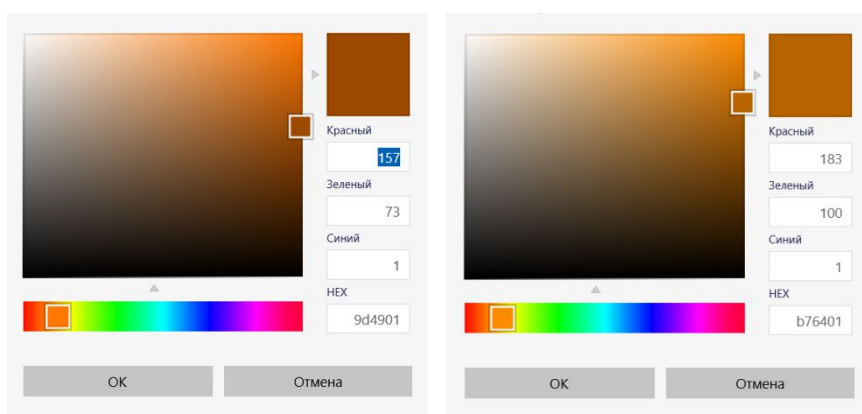


Рисунок 2 - Фоторегистрация угла передней камеры в интактной зоне и в зоне Шлеммова канала после СЛТ.



А - интактная зона

Б - зона выполнения СЛТ

Рисунок 3 - Средний цвет в указанных зонах и сравнительный колориметрический анализ указанных зон: А- интактная зона, Б – через 4 недели после СЛТ

2.3.2. Факоэмульсификация катаракты

ФЭК выполнялась через 1 месяц после СЛТ, по стандартной технологии (рис.4). Медикаментозный мидриаз поддерживался инстилляцией раствора фенилэфрина гидрохлорида + тропикамида 0,8%. После анестезиологического пособия выполнялась обработка кожи век дезинфицирующим средством, обработка операционного поля раствором 1% бетадина, 0,9% раствором натрия хлорида, 0,5% левофлоксацина, накладывался блефаростат. Ножом 20 G выполняли 2 роговичных парацентеза на 0 и 180°. Переднюю камеру последовательно заполняли адгезивным и когезивным вискоэластиками для защиты эндотелия и восполнения её объема. На 125° одноразовым лезвием 2,2 мм выполняли основной тоннельный лимбо-роговичный разрез. Передняя капсула контрастировалась раствором метиленового синего. С помощью цангового капсульного пинцета выполняли непрерывный круговой капсулорексис диаметром 4,5-5,5 мм, в зависимости от диаметра зрачка. Через один из парацентезов проводили гидродиссекцию и гидроделинеацию ядра хрусталика канюлей 25G. Затем с помощью ультразвукового наконечника факосистемы Centurion Vision System (Alcon, США) и вспомогательного чоппера-манипулятора бимануально, по методике «Phaco chop» (Nagahara) выполнялась факофрагментация с последовательным удалением фрагментов хрусталика. Этапы ФЭК осуществлялись при целевом уровне ВГД в 55 мм рт.ст., мощности ультразвука от 0 до 60%, вакууме от 500 до 570 мм рт.ст. и аспирации в системе в 28 см³/мин. Кортикальные массы удалялись бимануально, с помощью ирригационно-аспирационной системы. В качестве ирригационного раствора использовался сбалансированный солевой раствор BSS. После тщательного очищения капсульного мешка его заполняли когезивным вискоэластичным препаратом и через основной доступ вводили гибкую заднекамерную интраокулярную линзу, центрировали ее. При выраженной слабости связочного аппарата в капсульный мешок для

стабилизации формы вводили капсульное кольцо. Остатки вискоэластика вымывали из передней камеры. Путем оводнения краев роговичных разрезов с помощью канюли 25G и раствора BSS накладывался гидрозамок. После завершения ФЭК субъконъюнктивально вводили раствор антибиотика и стероидного препарата.

В послеоперационном периоде всем пациентам назначали стандартную послеоперационную инстилляционную терапию: р-р антибиотика в течение 2 недель, р-р нестероидного противовоспалительного препарата и слезозаменитель. Перед выпиской из стационара парабульбарно вводилась суспензия глюкокортикостероида. Гипотензивная терапия оставалась прежней при стабильном уровне ВГД и корректировалась в случае его дисбаланса.



Рисунок 4 - Факоэмульсификация катаракты

2.3.3. Фемтолазер-ассистированная факоэмульсификация катаракты

При выполнении фемтолазер-ассистенции использовали фемтолазер LenSx (Alcon, США). Этапы фемто-ассистенции и ФЭК выполнялись в пределах одной операционной. Первоначально данные пациента вводились в систему. Подготовленная информация выводилась на экран монитора лазерной системы. Далее выполнялась местная эпибульбарная анестезия

0,5% раствором Проксиметакаина (Алкаина). На глазное яблоко опускался объектив лазерной установки с установленным на нее интерфейсом пациента и выполнялся докинг. После докирования системы выполняли графическую разметку областей капсулотомии, факофрагментации и роговичных разрезов, исходя из данных изображения, автоматически полученного при помощи ОКТ. При этом диаметр капсулотомии закладывался из расчета 4,5-5,5 мм, основной роговичный разрез на 125°. При фемтофакофрагментации закладывался паттерн «пицца», 6 сегментов. Фемтофакофрагментация выполнялась с учетом плотности катаракты с индивидуальным подбором лазерной энергии и строго дозировалась во избежание синдрома капсульного блока [205]. На экран монитора выводился финальный вид готовности лазера к выполнению манипуляции и пациента.

По завершении этапов фемтоассистенции пациент перевозился к операционному столу, снабженному микроскопом для выполнения ФЭК. Далее выполнялось анестезиологическое пособие, обработка кожи век дезинфицирующим средством, обработка операционного поля 1% раствором бетадина, 0,9% раствором натрия хлорида, 0,5% раствором левофлоксацина. Накладывалась офтальмологическая салфетка, блефаростат. Роговичные разрезы вскрывались с помощью фемтошпателя.

Далее передняя камера последовательно заполнялась адгезивным и когезивным вискоэластиками. Капсулотомическое отверстие, сформированное лазером, освобождалось от иссеченного фрагмента передней капсулы пинцетом. Выполнялась пневмодиссекция и при необходимости гидродиссекция. С помощью ультразвукового наконечника факосистемы Centurion Vision System (Alcon, США) и операционного чопера-манипулятора, бимануально выполнялось удаление фрагментированных секторов хрусталика. После бимануального удаления остатков кортикальных масс с помощью ирригационно-аспирационных наконечников факосистемы, капсульный мешок восполнялся

вискоэластиком и в его полость вводилась эластичная заднекамерная интраокулярная линза. После вымывания вискоэластика операция завершалась бесшовной герметизацией роговичных разрезов и субконъюнктивальным введением растворов антибиотика и стероидного препарата.

В послеоперационном периоде всем пациентам назначали стандартную послеоперационную инстилляционную терапию: р-р антибиотика в течение 2 недель, р-р нестероидного противовоспалительного препарата и слезозаменитель. Перед выпиской из стационара парабульбарно вводилась суспензия глюкокортикостероида. Гипотензивная терапия оставалась прежней при стабильном уровне ВГД и корректировалась в случае его дисбаланса.

2.4. Методы статистической обработки полученных результатов

Полученные в результате проведенных клинико-функциональных исследований параметрические данные обрабатывались методом вариационной статистики с помощью компьютерной программы Statistica 10.0 фирмы StatSoft, Inc. Для оценки достоверности различия между средними значениями ($M \pm \sigma$) рассчитывался доверительный коэффициент Стьюдента (t), при его величине от 2,0 и выше и показателе достоверности различия (p) менее 0,05 ($p < 0,05$) различие расценивалось как статистически значимое. Для изучения направления, формы и степени сопряженности между изучаемыми признаками проводили корреляционный анализ.

ГЛАВА 3. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХИРУРГИЯ НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ПЕРВИЧНОЙ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМЫ И КАТАРАКТЫ НА ФОНЕ ПСЕВДОЭКСФОЛИАТИВНОГО СИНДРОМА

Целью данной главы является разработка комплексного энергетического хирургического лечения первичной открытоугольной глаукомы и катаракты на фоне псевдоэксфолиативного синдрома, включающего лазерную, ультразвуковую и гидродинамическую хирургию, а также оценка эффективности и безопасности предлагаемой технологии.

Для достижения поставленной цели было необходимо изучить гипотензивный эффект изолированной факоемульсификации катаракты, разработать способ определения акустической плотности хрусталика, определить взаимосвязь между акустической и механической плотностью хрусталика, разработать алгоритм выбора параметров фемтолазера для выполнения фемтолазер-ассистированной факоемульсификации катаракты, разработать способ эффективного удаления псевдоэксфолиативного материала с трабекулярной мембраны Шлеммова канала, проанализировать результаты лечения пациентов с ПОУГ и катарактой на фоне ПЭС методами методами факоемульсификации и фемтолазер-ассистированной факоемульсификации катаракты, выполняемыми после предварительно проведенной селективной лазерной трабекулопластики.

3.1. Результаты лечения пациентов с начальной стадией первичной открытоугольной глаукомы и катаракты на фоне псевдоэксфолиативного синдрома методом факоемульсификации катаракты

В данной части работы выполнялся анализ результатов лечения пациентов с начальной стадией ПОУГ и катарактой на фоне ПЭС методом факоемульсификации катаракты. Для этого необходимо было изучить

эффективность и безопасность изолированной факоэмульсификации катаракты.

Учитывая известный в литературе самостоятельный гипотензивный эффект ФЭК, в качестве первой контрольной группы были отобраны пациенты с начальной открытоугольной глаукомой на фоне катаракты и ПЭС, которым в Клинике Волгоградского филиала ФГАУ «НМИЦ «МНТК Микрохирургии глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России была выполнена ФЭК без фемтоассистенции, трабекулоклининга и предварительного этапа - СЛТ.

В данную группу исследования были включены 64 пациента (64 глаза). Ни в одном случае у пациентов ранее в анамнезе не отмечено АГО. Исходное значение МКОЗ составило $0,2 \pm 0,06$, ($M \pm \sigma$). Низкая острота зрения была обусловлена наличием катаракты на фоне псевдоэксфолиативного синдрома.

Для определения стадии глаукомного процесса всем пациентам группы выполнялась статическая периметрия и ОКТ диска зрительного нерва, данные которой соответствовали начальной стадии глаукомного процесса. Среднее значение MD составляло $-4,7 \pm 0,6$ dB, а PSD было равно $3,7 \pm 0,5$ dB, ($M \pm \sigma$).

Исходное среднее значение истинного ВГД (P_0) у пациентов данной группы составило $22,8 \pm 2,2$ мм рт.ст., а тонометрическое ВГД было равно $28,1 \pm 2,6$ мм рт.ст. Среднее значение толерантного давления составило в данной группе $16,4 \pm 2,5$ мм рт.ст. Среднее значение индекса интолерантности (I_{int}) составляло $6,3 \pm 2,3$ мм рт.ст.

Первым этапом всем пациентам группы назначалась гипотензивная терапия. Планирование дальнейшей тактики лечения определялось эффективностью медикаментозной терапии.

Применение медикаментозной терапии позволило снизить P_0 с $22,8 \pm 2,2$ до $18,6 \pm 2,4$ мм рт.ст. Монотерапия была назначена 13 пациентам (13 глаз) - в 20,3% случаев и привела к снижению истинного ВГД до $18,5 \pm 2,5$ мм рт.ст. В качестве гипотензивных препаратов у 8 пациентов данной группы были применены β -блокаторы, а именно глазные капли, содержащие 0,5% раствор

тимолола малеата, а у 5 пациентов - ингибиторы карбоангидразы, а именно глазные капли, содержащие 1% раствор бринзоламида.

В 79,7% (51 глаз) в данной группе монотерапия привела к снижению P_0 до $20,1 \pm 2,2$ мм рт.ст. Индекс интолерантности составил $3,7 \pm 1,7$ мм рт.ст. мм рт.ст. После назначения комбинированной терапии в виде инстилляций β -блокаторов и ингибиторов карбоангидразы отмечено снижение уровня истинного внутриглазного давления до $18,6 \pm 2,4$ мм рт.ст.

Таким образом, медикаментозное лечение у 64 пациентов данной группы позволило достичь снижения значений P_0 на 18,4% от исходных значений – до $18,6 \pm 2,4$ мм рт.ст.

Во всех случаях отмечена слабость связочного аппарата на фоне ПЭС, подтвержденная данными УБМ. При гониоскопии выявлена пигментация умеренной либо выраженной степеней. С целью оценки безопасности выполненной операции всем пациентам выполнялся также контроль плотности эндотелиальных клеток до и после вмешательства.

У всех пациентов определяли плотность катаракты в соответствии с классификацией Буратто [111]. Выделены подгруппы катаракт низкой (до 4 степени) и высокой (4 степень плотности и выше) плотности катаракты.

Всем пациентам была запланирована и выполнена стандартная процедура ФЭК. Подробное описание технологии приведено на С. 53-54.

Таблица 6 - Средние значения основных показателей при выполнении факоэмульсификации катаракты, 64 глаза, ($M \pm \sigma$)

<i>Показатели</i>	$M \pm \sigma$
Общее время ультразвука, с	$75,9 \pm 8,5$
Общая эквивалентная мощность, %	$21,2 \pm 2,4$
Количество использованной жидкости, мл	$86,8 \pm 4,5$

Средние значения основных показателей при выполнении ФЭК у 64 пациентов (64 глаза) представлены в таблице 6. Из таблицы видно, что среднее значение времени ультразвука при ФЭК составило $75,9 \pm 8,5$ с, общая эквивалентная мощность ультразвука $21,2 \pm 2,4\%$, а количество использованной жидкости – $86,8 \pm 4,5$ мл.

При анализе показателей была выявлена разница в энергетических интраоперационных показателях в зависимости от плотности катаракты (табл. 7).

Таблица 7 - Средние значения основных показателей при выполнении ФЭК в зависимости от акустической плотности катаракт, ($M \pm \sigma$)

Показатели	Степень плотности катаракт		Т	Р
	Низкая 28 глаз	Высокая 36 глаз		
Общее время ультразвука, с	$56,1 \pm 5,6^*$	$95,9 \pm 5,6^{**}$	40,2	<0,001
Общая эквивалентная мощность, %	$19,4 \pm 3,6^*$	$22,8 \pm 2,7^{**}$	5,9	<0,001
Количество использованной жидкости, мл	$81 \pm 9,1^*$	$92 \pm 7,5^{**}$	7,6	<0,001

Различие между средними значениями, отмеченные значками * и **, статистически достоверны ($t > 2,0$; $p < 0,05$).

Различие между средними значениями показателей фактоэмульсификатора: общее время ультразвука и количество использованной жидкости в зависимости от акустической плотности катаракты, было достоверным ($p < 0,05$). При катарактах низкой плотности показатели были достоверно ниже, чем при плотных катарактах.

Интраоперационных осложнений не выявлено ни в одном случае в группе исследования.

В послеоперационном периоде на 6 глазах (9,3%) отмечена умеренная гипертензия, купированная гипотензивными средствами к моменту выписки из стационара.

На 16 глазах (25%) зафиксирована умеренная послеоперационная реакция в виде отека и/или десцеметита и без признаков воспаления – реакция 1-2 степени согласно классификации С.Н. Фёдорова – Э.В. Егоровой. Из них на 2 глазах (3%) констатирована низкая плотность катаракты, на 14 глазах (22%) - высокая: 1-я степень реакции на 4 глазах, 2-я степень – на 12 глазах. Для проведения статического анализа была проведена бальная оценка воспалительной реакции: 0 баллов – отсутствие реакции, 1 балл – воспалительная реакция 1-ой степени и 2 балла – воспалительная реакция 2-ой степени. Средняя величина балльной оценки воспалительной реакции у 36 пациентов (36 глаз) с высокой плотностью катаракты составила $0,78 \pm 0,15$ балла, ($M \pm m$).

Для оценки гипотензивного эффекта в послеоперационном периоде контролировались клиничко-функциональные показатели в группе исследования. Сравнительные данные приведены в таблице 8.

Через 12 месяцев после хирургического лечения (ФЭК и имплантация ИОЛ) у 64 пациентов с начальной стадией ПОУГ на фоне ПЭС отмечалось достоверное улучшение максимальной корригированной остроты зрения ($t=17,7$; $p<0,001$), что было обусловлено хирургическим лечением катаракты.

Тонометрическое ВГД через 1 мес. после ФЭК снизилось от $24,1 \pm 2,7$ мм рт.ст. до $22,3 \pm 2,4$ мм рт.ст. - на 8,2% ($t=4,0$; $p<0,001$). Среднее значение коэффициента С увеличилось с $0,13$ мм³/мм рт.ст.*мин до $0,14$ мм³/мм рт.ст.*мин - на 7,2% ($t=2,2$; $p<0,05$), среднее значение КБ уменьшилось на 12% ($t=3,3$; $p<0,01$). Однако через 12 мес. после ФЭК при тонометрии по Маклакову и измерении значений P_0 гипотензивного эффекта не выявлено ($p>0,05$). Среднее значение индекса интолерантности было равно $1,1 \pm 1,1$ мм рт.ст. ($M \pm \sigma$), что указывает на недостаточное снижение офтальмотонуса после ФЭК на фоне медикаментозного лечения.

Таблица 8 - Средние значения клинико-функциональных показателей до и после ФЭК на фоне медикаментозного лечения (64 глаз), $M \pm \sigma$

<i>Показатели</i>	<i>Исходные данные</i>	<i>Через 1 месяц после ФЭК</i>	<i>Через 6 месяцев после ФЭК</i>	<i>Через 12 месяцев после ФЭК</i>
МКОЗ	0,2±0,06*	0,6±0,18**	0,67±0,18**	0,7±0,16**
Площадь ДЗН, S _{ДЗН} (мм ²)	1,82±0,26	1,81±0,24	1,83±0,25	1,84±0,23
Площадь экскавации ДЗН, S _э (мм ²)	0,81±0,22*	0,82±0,21	0,84±0,2	0,86±0,22*
Отношение S _э к S _{ДЗН} , S _э /S _{ДЗН}	0,44±0,13*	0,44±0,12	0,46±0,13	0,47±0,13*
СНВС, мкм	75,8±6,1	76,1±6,4	75,9±6,0	75,7±6,3
MD, dB	- 4,7±0,6*	-4,6±0,6	-4,9±0,64	-5,1±0,63**
PSD, dB	3,7±0,5*	3,7±0,54	4,1±0,5	4,2±0,6**
ПСЧС, dB	25,8 ± 2,4	26,7± 2,3	26,4 ± 2,2	26,1 ± 2,3
ССЧС, dB	2854 ± 50,6	2846 ± 55,3	2844 ± 56,2	2838 ± 54,1
Тонометрическое ВГД, мм рт. ст.	24,1±2,7*	22,3 ± 2,4**	23,4 ± 2,6	24,2 ± 2,9
P ₀ , мм рт. ст.	18,6 ± 2,4*	17,5±2,2**	18,2±2,3	18,8±2,6
C, мм ³ /мм рт.ст.*мин	0,13 ± 0,02*	0,14±0,03**	0,15±0,03	0,14±0,03
F, мм ³ /мин	1,1 ± 0,18	1,0 ± 0,15	1,2 ± 0,16	1,3 ± 0,15
КБ (P ₀ /C)	142 ± 27,7	125 ± 29,4	121,8 ± 31	134,6 ± 34,1
ПЭК, кл/мм ²	2021±291*	1897±211	1884±231	1842±242**

Примечание. Различия между средними значениями, которые отмечены значками * и **, статистически достоверны ($t > 2,0$; $p < 0,05$).

Площадь экскавации ДЗН за 12 месяцев наблюдения увеличилась на 6,2%, а отношение площади экскавации к площади ДЗН – на 6,8 %, но данные изменения были статистически недостоверными ($p > 0,05$).

Показатели статической пороговой периметрии MD ($t = 3,6$; $p < 0,001$), PSD ($t = 5,12$; $p < 0,05$) через 12 мес. достоверно ухудшились. Показатели статической надпороговой периметрии ПСЧС ($t = 0,75$; $p > 0,05$), ССЧС ($t = 1,7$; $p > 0,05$) остались без достоверной динамики, что было связано с более низкой чувствительностью надпороговой периметрии. Ухудшение показателей статической пороговой периметрии через 12 месяцев после ФЭК были обусловлены повышением уровня офтальмотонуса выше P_{0t1} на фоне медикаментозного лечения.

Через 1 мес. после ФЭК переход с комбинированной медикаментозной терапии у 51 пациентов (51 глаз) на монотерапию был отмечен только на 5 глазах.

Отмена гипотензивных лекарственных препаратов в группе пациентов с монотерапией (13 глаз) после ФЭК отмечалась на 4 глазах. Таким образом, после ФЭК на комбинированной терапии оставались 46 пациентов (46 глаз, 71,9 %), на монотерапии – 14 пациентов (12 глаз, 21,9 %) и у 4 пациентов (4 глаза, 6,2%) была выполнена отмена терапии.

Среднее количество инстилляций до ФЭК на медикаментозной терапии составило $3,59 \pm 0,8$ капли в сутки ($M \pm \sigma$), а через 1 мес. после ФЭК - $3,3 \pm 1,2$ капли в сутки ($M \pm \sigma$). Различие между средними значениями статистически не достоверное ($t = 1,6$; $p > 0,05$).

Через 6 месяцев после лечения комбинированную гипотензивную терапию получали 46 пациентов (46 глаз, 71,9 %), на монотерапии были 13 пациентов (13 глаз, 20,3%) и у 5 пациентов (5 глаз, 7,8%) отмечалась компенсация ВГД без применения медикаментозного лечения.

Через 12 месяцев после ФЭК достижение индивидуального уровня ВГД было отмечено без применения гипотензивных лекарственных препаратов только у 3 пациентов (3 глаза, 4,7%), на монотерапии были 13 пациентов (13 глаз, 20,3%) и на комбинированной терапии – 48 глаз (75%).

Среднее количество инстилляций через 12 мес. после ФЭК на медикаментозной терапии составило $3,4 \pm 1,1$ капли в сутки ($M \pm \sigma$). Различие между средними значениями до ФЭК и через 12 мес. после ФЭК было также статистически не достоверным ($t=1,1$; $p>0,05$), что также указывает на отсутствие гипотензивного эффекта после ФЭК при динамическом наблюдении.

В таблице 9 представлены средние значения клинико-функциональных показателей через 12, 18 и 24 месяцев у 64 пациентов (64 глаза) после ФЭК на фоне медикаментозного лечения.

Через 2 года наблюдений достоверных изменений в динамике МКОЗ по сравнению с данными полученными через 12 мес. после ФЭК не выявлено ($p>0,05$). За 2 года наблюдений отмечалось достоверное расширение площади экскавации ДЗН от исходного значения $0,81 \pm 0,22$ мм² до $0,9 \pm 0,19$ мм² ($t=2,5$; $p<0,05$), а также отмечено ухудшение показателей статической периметрии от исходных значений MD ($t=6,0$; $p<0,001$), PSD ($t=7,9$; $p<0,001$), ПСЧС ($t=2,2$; $p<0,05$), ССЧС ($t=4,2$; $p<0,001$), что было связано с повышением офтальмотонуса выше уровня P_{0tl} .

Среднее значение I_{int} было равно $2,9 \pm 1,2$ мм рт.ст. Коэффициент легкости оттока внутриглазной жидкости составил $0,13 \pm 0,04$ мм³/мм рт.ст.*мин и в среднем остался на уровне предоперационных значений.

ПЭК уменьшилась на 8,9% ($t=4,17$; $p<0,05$) от исходных значений за период наблюдения, но находилась в пределах допустимых, описанных в литературе значений.

Таблица 9 - Клинико-функциональные показатели через 12, 18 и 24 месяцев после ФЭК с имплантацией ИОЛ на фоне медикаментозного лечения (64 глаза), $M \pm \sigma$

<i>Показатели</i>	<i>Через 12 мес.</i>	<i>Через 18 мес.</i>	<i>Через 24 мес.</i>
МКОЗ	0,7±0,16	0,69±0,22	0,65±0,24
Площадь ДЗН, S _{ДЗН} (мм ²)	1,84±0,23	1,83±0,26	1,84±0,25
Площадь экскавации ДЗН, S _э (мм ²)	0,86±0,2	0,87±0,21	0,9±0,19
Отношение S _э к S _{ДЗН} , S _э /S _{ДЗН}	0,47±0,13	0,48±0,12	0,49±0,11
СНВС, мкм	75,7±6,3	74,5±5,5	73,4±5,4
MD, dB	-5,1±0,63	-5,1±0,58	-5,3±0,56
PSD, dB	4,2±0,6	4,3±0,52	4,4±0,5
ПСЧС, dB	26,1 ± 2,3	25,9 ± 2,4	25,2 ± 2,3
ССЧС, dB	2838 ± 54,1	2827 ± 52,4	2815 ± 54,1
ТонOMETрическое ВГД, мм рт. ст.	24,1 ± 2,9	24,6 ± 2,7	24,8 ± 2,5
P ₀ , мм рт. ст.	18,8±2,6	19,2±2,7	19,4±2,6
C, мм ³ /мм рт.ст.*мин	0,14±0,03	0,14±0,03	0,13±0,03
F, мм ³ /мин	1,3 ± 0,15	0,92 ± 0,18	0,83 ± 0,19
КБ (P ₀ /C)	134,6 ± 34,1	137,2 ± 32,7	149 ± 33,8
ПЭК, кл/мм ²	1842±242	1846±237	1843±231

Примечание. Различия между средними значениями статистически не достоверны ($t < 2,0$; $p > 0,05$).

Через 18 месяцев после ФЭК снижение офтальмотонуса до уровня индивидуального ВГД без применения гипотензивных лекарственных препаратов отмечалось только у 1 пациента (1 глаз, 1,6%), на монотерапии

были 9 пациентов (9 глаз, 14 %) и на комбинированной терапии – 54 глаза (84,4%). Через 2 года после ФЭК на монотерапии были 11 пациентов (11 глаз, 17,2%) и на комбинированной терапии – 53 пациента (53 глаза. 82,8%).

На медикаментозной терапии среднее количество инстилляций через 18 мес. было $3,65 \pm 0,83$ капли в сутки, а через 2 года увеличилось до $3,65 \pm 0,75$ капли в сутки, ($M \pm \sigma$).

Через 2 года наблюдений выявлены достоверные изменения ($p < 0,05$) в динамике клинико-функциональных показателей (МКОЗ, MD, PSD, ПСЧС, ССЧС) и морфометрических параметров ДЗН (площади экскавации ДЗН, СНВС) у 47 пациентов (47 глаз). Для достижения уровня индивидуального ВГД после 2 лет наблюдений пациентам, кроме усиления медикаментозного гипотензивного лечения также были выполнены в данной группе после ФЭК: СЛТ на 47 глазах (в 73,4% случаях).

Таким образом, при выполнении ФЭК с имплантацией ИОЛ у больных с начальной стадией ПОУГ на фоне ПЭС количество послеоперационных воспалительных реакций в виде отека роговицы либо десцеметита составило 25%. Кроме того, полученные результаты указывают на недостаточный (на 14,9%) и кратковременный гипотензивный эффект, который отмечается в течение 1 месяца после операции. Через 12, 18 и 24 месяца после ФЭК отмечалась отрицательная динамика по данным статической периметрии и оптической когерентной томографии ДЗН вследствие недостаточного гипотензивного эффекта, что потребовало на фоне медикаментозной гипотензивной терапии проводить СЛТ в 73,4% случаях.

3.2. Изучение плотности катаракты

Оценка плотности катаракты играет решающую роль в вопросе выбора энергетических параметров ультразвука и лазера на этапе фрагментации хрусталика. Опираясь только на визуальную оценку плотности хрусталика можно получить неверные данные. Целью данного этапа исследования стала разработка акустического метода определения плотности хрусталика для

последующего выбора энергетических параметров при выполнении фемтолазер-ассистенции на этапе ФЭК. Для этого потребовалось изучение акустической плотности хрусталика при выполнении УБМ, определение взаимосвязи между акустической и механической плотностью в ходе опытов по разрушению хрусталика, а также разработка алгоритма подбора энергии фемтолазера у пациентов, которым планируется выполнение ФЛАФЭК.

3.2.1. Исследование акустической плотности ядра хрусталика

В рамках исследования плотности хрусталиков на первом этапе проводилась визуальная биомикроскопическая оценка 40 хрусталиков, полученных при экстра- или интракапсулярной экстракции катаракты. Значения плотности хрусталика были определены в соответствии с классификацией Л. Буратто (С.39). Исследуемый материал был разделен на 4 группы, где каждая соответствует определенной степени катаракты: 1 степень – 10 образцов (хрусталиков), 2 степень -10 образцов, 3 степень - 10 образцов и 4 степень (4-5 степень по Буратто) - 10 образцов.

На втором этапе исследования проводилась оценка акустической плотности хрусталика по модифицированной технологии. Метод включает измерения акустической плотности хрусталика в ходе выполнения УБМ глаза с помощью функции цветного картирования и усиления сигнала E-GAIN на аппарате «VuMax», 35 МГц («Sonomed Escalon», США). Для визуализации и анализа степени плотности структур применялось цветовая шкала и цветное картирование изображений, согласно которого синий и зеленый цвет соответствует низкой акустической плотности, далее, по мере увеличения плотности структур цвет переходит в желтый, оранжевый и при достижении максимальной акустической плотности – в красный. Акустическая плотность хрусталика определялась относительно плотности склеры, взятой за 100%, и вычислялась в децибелах (дБ), согласно цветовой шкале. В таблице 10 представлены средние, максимальные и минимальные значения акустической

плотности хрусталика в зависимости от степени плотности катаракт по данным биомикроскопии глаза.

Таблица 10 – Средние, минимальные и максимальные значения акустической плотности хрусталика (дБ) в зависимости от степени плотности катаракт по данным биомикроскопии глаза, 40 катаракт, $M \pm \sigma$

<i>Степень плотности катаракты</i>	<i>Среднее значение M</i>	<i>Минимальное значение M-2 σ</i>	<i>Максимальное значение M+2 σ</i>
1-я степень, (10 катаракт)	20,6±1,5	17,6	22,4
2-я степень, (10 катаракт)	25,0±0,82	22,5	26,9
3-я степень, (10 катаракт)	30,5 ±1,75	27	34
4-я степень, (10 катаракт)	36,9±1,2	34,1	39,3

Из таблицы видно, что с увеличением степени плотности катаракты достоверно увеличивается акустическая плотность. Различие между средними значениями акустической плотности катаракты 1-й и 2-й степени статистически достоверно ($t=7,7$; $p<0,001$). Различие между средними значениями акустической плотности катаракты 2-й и 3-ей степени было достоверно ($t=5,8$; $p<0,001$), между 3-ей и 4-ой степенью было также достоверно ($t=9,0$; $p<0,001$).

При выполнении УБМ были получены следующие значения: 1 степень плотности катаракты соответствовала границам акустической плотности от 17,6 до 22,4 дБ; 2 степень - от 22,5 до 26,9 дБ, 3 степень – от 27 до 34 дБ и 4 степень (4-5 степень по Буратто) - от 34,1 дБ и выше.

На рисунке 5 представлена с помощью функции цветного картирования акустическая плотность прозрачного хрусталика. Слегка просматривается контур хрусталика, соответствующий акустически более плотной ткани синего цвета – передней и задней поверхности капсулы хрусталика. Из определяемых в проекции хрусталика цветов - голубовато-зеленый. Цветовое распределение говорит о мягкой структуре ткани.

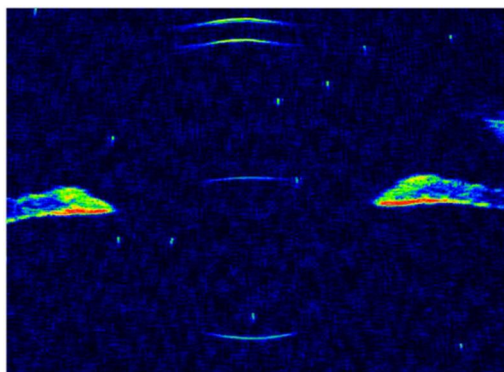


Рисунок 5 - Акустическая плотность прозрачного хрусталика

На рисунке 6 представлена с помощью функции цветного картирования акустическая плотность хрусталика, соответствующая 1-й степени плотности по данным биомикроскопии глаза. Заметно расширение цветовой гаммы: передняя и задняя поверхность хрусталика отображены более толстым контуром бледно-зеленого, появляются вкрапления бледно-зеленого цвета в области ядра хрусталика. Таким образом, кроме контура хрусталика обращает на себя внимание увеличение плотности ядра хрусталика.

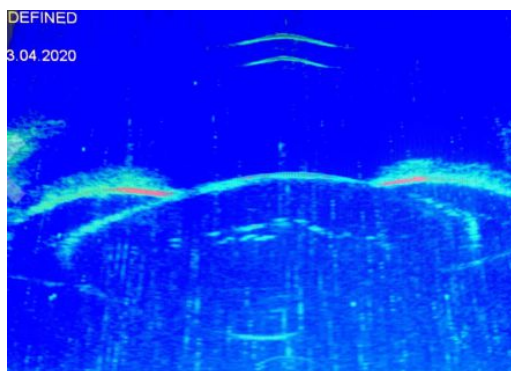


Рисунок 6 - Первая степень акустической плотности хрусталика (19 дБ)

На рисунке 7 представлена акустическая плотность хрусталика, соответствующая 2-й степени плотности по данным биомикроскопии глаза. Цветовая палитра контура передней капсулы расширяется до появления оранжевого. Четкие границы ядра хрусталика.

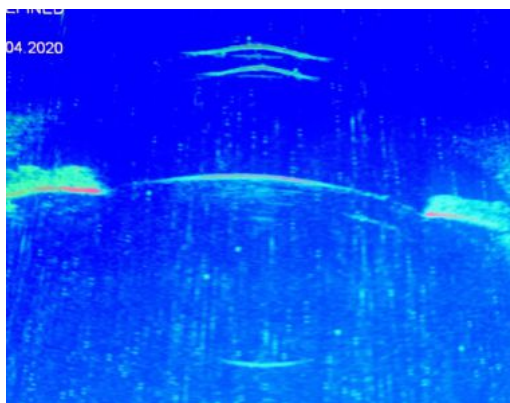


Рис. 7 - Вторая степень акустической плотности хрусталика (25 дБ)

На рисунке 8 представлена акустическая плотность хрусталика, соответствующая 3-й степени плотности по данным биомикроскопии глаза.

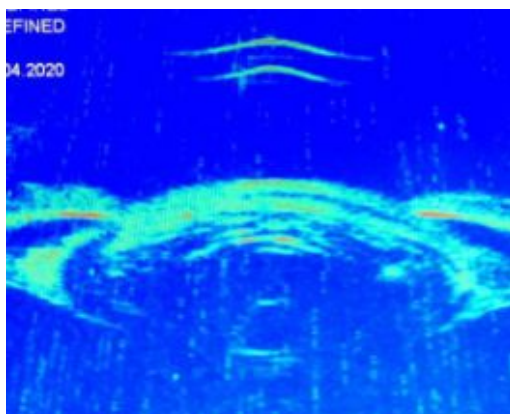


Рис. 8 - Третья степень акустической плотности хрусталика (33 дБ)

Высокая плотность хрусталика. Четко контурируются границы ядра. Желто-оранжевый цвет присутствует в окраске передней капсулы и ядра хрусталика. Контур капсулы хрусталика становится более толстым – более плотным.

На рисунке 9 представлена акустическая плотность хрусталика, соответствующая 4-й степени плотности по данным биомикроскопии глаза.

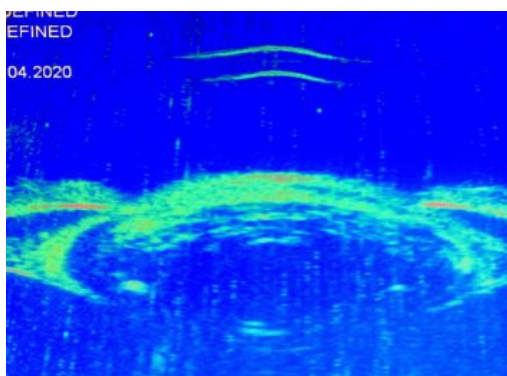


Рис.9 - Четвертая степень акустической плотности хрусталика (39 дБ)

Обращает на себя внимание более плотное окрашивание, большая площадь, насыщенность желтого, оранжевого, красный цвет, четкая визуализация контуров структур хрусталика: капсула, кортекс, ядро. Насыщенность окрашивания свидетельствует о высокой акустической плотности структур.

На основании полученных данных для плотных катаракт были приняты значения акустической плотности хрусталика от 34,1 дБ и выше.

На метод определения акустической плотности хрусталика получен патент РФ на изобретение № 2594441 «Способ определения степени воздействия на структуры глаза в ходе факоэмульсификации катаракты» от 21.12.2014 г.

3.2.2. Факодеструктивная динамометрия

Для объективизации данных об акустической плотности катаракты и определения точности исследования плотности катаракт по данным ультразвуковой биомикроскопии был разработан способ факодеструктивной динамометрии (ФД) (удостоверение на рационализаторское предложение 475/18 от 03.12.2018г). При проведении исследования определяли значения

силы, которая была необходима для разрушающего воздействия на исследуемый хрусталик (F).

Для реализации исследования была разработана установка для разрушения ткани хрусталика. Установка (рис. 10) состоит из металлического основания (1), на котором закреплена вертикальная разрезная стойка с реечным зубчатым механизмом (2).

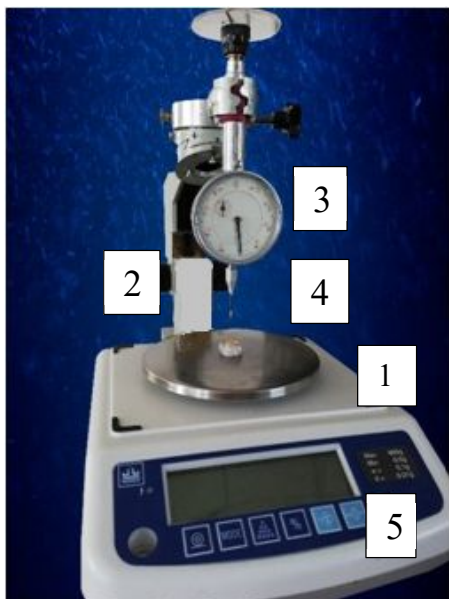


Рисунок 10 - Установка для факодеструктивной динамометрии

На втулке расположен индикатор ИЧ-12 линейных перемещений (3), измеряющий величину линейного перемещения металлического штока (4), разрушающего хрусталик. Исследуемый хрусталик размещали в ложементе, который располагали на измерительной платформе весов ВК-600 (5) по центру напротив штока. С помощью весов определялась сила F ($\text{кг}/\text{см}^2$), передающаяся через плунжер на хрусталик и разрушающая его.

Предлагаемая установка позволила провести эксперименты процесса разрушения хрусталика различной плотности при воздействии силы от 0,1 до 20 $\text{кг}/\text{см}^2$ с точностью 0,01 $\text{кг}/\text{см}^2$ плунжером площадью 2,0 мм^2 и измерять линейное перемещение плунжера, разрушающего хрусталик до 5,0 мм с точностью 0,01 мм.

В таблице 11 представлены средние значения силы, разрушающей хрусталик в зависимости от акустической плотности катаракты. Было исследовано 40 катаракт с различной акустической плотностью.

Таблица 11 - Средние значения силы, разрушающей хрусталик в зависимости от акустической плотности катаракты, 40 катаракт, $M \pm \sigma$

<i>Акустическая плотность хрусталика, дБ</i>	<i>F, кг/см²</i>
17,3-22,4 (10 катаракт)	1,56 ± 0,25
22,5-26,9 (10 катаракт)	3,5 ± 0,5
27 - 34 (10 катаракт)	8,4± 0,5
Более 34 (10 катаракт)	12,5±1,2

Из таблицы 11 видно, что среднее значение силы (F), приложенной при раздавливании хрусталика плунжером площадью 2 мм², для группы хрусталиков с акустической плотностью 17,3-22,4 дБ (1-я степень) составило 1,56±0,25 кг/см², при 2-й степени (22,5-26,9 дБ) - 3,5±0,5 кг/см², при 3-ей степени (27-34 дБ) - 8,4±0,5 кг/см² и при 4-5 степени (свыше 34,1 дБ) - 12,5±1,2 кг/см² (более 10,1 кг/см²).

На основании полученных результатов был проведен корреляционный анализ между акустической плотностью катаракты и значением силы, необходимой для разрушения хрусталика. На рисунке 11 отражена сильная корреляционная взаимосвязь между акустической плотностью катаракты и разрушающей хрусталик нагрузкой при проведении факодеструктивной динамометрии: $y = -12,67 + 0,669 \cdot F$, где F – разрушающая хрусталик сила (F, кг/см²). Коэффициент корреляции $r_{x/y} = 0,98$.

Таким образом, проведение факодеструктивной динамометрии позволило найти зависимость между механической и акустической плотностью хрусталика. Полученные результаты показали прямую корреляционную связь между акустической плотностью хрусталика и силой, требуемой к его разрушению.

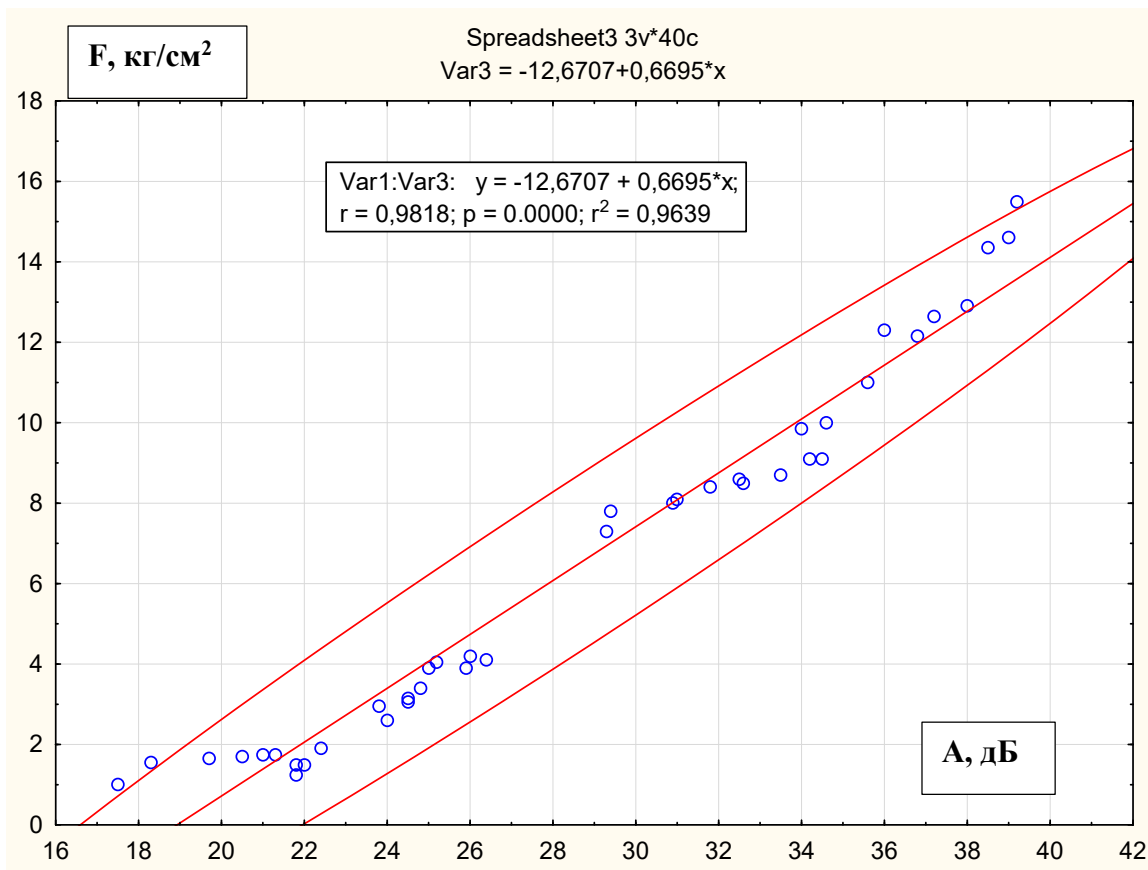


Рисунок 11 - Зависимость между акустической плотностью катаракты и разрушающей её нагрузкой

3.2.3. Подбор энергии фемтолазера для выполнения фемтолазерной ассистенции на глазах с различной степенью плотности катаракты

В рамках решения задачи по формированию алгоритма подбора энергии фемтолазера выполнялся этап фемтолазер-ассистенции. Правильность подбора энергии определялась достаточностью факофрагментации при выполнении факоэмульсификации на 111 глазах.

При оценке достаточности фемтосекундной факофрагментации во внимание принималась невозможность выполнения разделения фрагментов ядра по выполненным лазером насечкам без применения энергии ультразвука. Степень достаточности определялась как «полная» либо «неполная». Согласно акустической плотности катаракт и использованной энергии фемтолазера (режимы Medium и Hard) в данной группе исследования были выделены 3

подгруппы: с акустической плотностью катаракт до 34 дБ и свыше 34 дБ, соответственно, с применением различных величин фемтолазерной энергии. Результаты достаточности факофрагментации в зависимости от плотности катаракты представлены в таблице 12.

Таблица 12 - Частота достаточности фемтофакофрагментации с учетом акустической плотности катаракт, 111 глаз

<i>Степень дорезывания</i>	<i>Акустическая плотность катаракт</i>			<i>Итого</i>
	<i>До 34 дБ (37 глаз) Режим Medium</i>	<i>Свыше 34 дБ (36 глаз) Режим Medium</i>	<i>Свыше 34 дБ (38 глаз) Режим Hard</i>	
Полная	94,6% (35 глаз)	47,2% (17 глаз)	89,5% (34 глаза)	77,5% (86 глаз)
Неполная	5,4% (2 глаза)	52,8% (19 глаз)	11,5% (4 глаза)	22,5% (25 глаз)

Из таблицы 12 видно, что режим Medium приводит в большинстве случаев к достаточной фемтосекундной факофрагментации катаракт (в 94,6% случаев) при акустической плотности катаракт до 34 дБ и только в 47,2% случаев при акустической плотности свыше 34 дБ. Различие между значениями частоты выполнения достаточной фемтосекундной факофрагментации в режиме Medium при акустической плотности катаракт до и свыше 34 дБ статистически достоверно ($t= 2,1$; $p < 0,05$).

При акустической плотности катаракты свыше 34 дБ полная фемтофакофрагментация отмечена при режиме Hard в 89,5% случаев и достоверно не отличалась от частоты полной фемтофакофрагментации в режиме Medium при плотности катаракт до 34 дБ. Поэтому, в случаях катаракт

с акустической плотностью по данным УБМ до 34 дБ фемтофакофрагментация возможна в режиме Medium (8 мкДж). При акустической плотности ядра хрусталика выше 34 дБ факофрагментацию желательно выполнять в режиме Hard (10 мкДж).

На способ выбора энергии фемтолазера "Способ выбора энергетических режимов фемтосекундного лазера для факофрагментации при выполнении фемтолазер-ассистированной факоэмульсификации катаракты» получен патент РФ на изобретение №2642216, приоритет от 20.10.2016.

Таким образом, был разработан метод оценки акустической плотности катаракты на основе ультразвуковой биомикроскопии. Клинико-экспериментальные исследования позволили определить взаимосвязь между плотностью хрусталика по данным офтальмобиомикроскопии и акустической плотностью по данным ультразвуковой биомикроскопии, а также установить корреляционную сильную связь ($r_{x/y}=0,98$) между акустической плотностью хрусталика по данным УБМ и силой, требуемой для его разрушения. Плотность ядра может оцениваться методом УБМ. При этом исчисляется акустическая плотность хрусталика. Проведенные исследования позволили выделить 4 степени плотности ядра хрусталика: 1 степень плотности катаракты соответствовала границам акустической плотности от 17,6 до 22,4 дБ; 2 степень - от 22,5 до 26,9 дБ, 3 степень – от 27 до 34 дБ и 4 степень (4-5 степень по Буратто) - от 34,1 дБ и выше. Полученные результаты подтверждают диагностическую ценность ультразвуковой биомикроскопии глаза для определения плотности катаракты.

Кроме того, это позволило выделить критическое значение в 34,1 дБ, при превышении которого катаракты следует относить к катарактам высокой плотности. Исследование позволило сформировать алгоритм подбора энергии фемтолазера для выполнения этапа фемтоассистенции на основании полученных значений акустической плотности катаракты по данным УБМ: при плотности до 34 дБ фемтофакофрагментация возможна в режиме Medium (8 мкДж), выше 34 дБ - в режиме Hard (10 мкДж).

3.3. Трабекулоклининг

Данная часть работы была посвящена разработке модификации трабекулоклининга, позволяющего максимально эффективно удалять трабекулярный дебрис на этапах факоэмульсификации. В рамках этапа ФЭК выполнялся гидродинамический трабекулоклининг. Использовались ирригационно-аспирационные наконечники факосистемы Centurion Vision System с двумя наружными отверстиями диаметром 0,3 мм каждое и при целевом уровне ВГД в 55 мм рт.ст., вакууме в системе в 500 мм рт.ст. и аспирационном потоке в 30 см³/мин. Под контролем интраоперационной гониолинзы по всему периметру УПК (360°) подавался сбалансированный солевой раствор и вымывался дебрис: ПЭМ и гранулы пигмента. Манипуляция выполнялась после аспирации хрусталиковых масс и до имплантации ИОЛ. При этом большое внимание уделялось положению наконечников в пределах передней камеры: необходимо было проходить ирригационным и аспирационным наконечниками в непосредственной близости друг от друга и от трабекулы, не касаясь трабекулы и корня радужки во избежание травматизации ткани. Ирригационная подача создает гидродинамический удар, высвобождая дебрис из УПК и трабекулярных щелей, а аспирационная часть системы тут же его собирает.

Одним из ключевых моментов ТК являлось интраоперационное введение красителя. Пигментный компонент легко доступен визуализации. Псевдоэксфолиативный материал не всегда легко определялся в силу светлосерой окраски, сливающейся с фоном структур угла передней камеры глаза. Поэтому перед проведением ТК интраоперационно выполнялось введение красителя трипанового синего в переднюю камеру, через 30 секунд проводилось его вымывание и фоторегистрация УПК до процедуры. Отмечалось прокрашивание псевдоэксфолиативного материала.

При фоторегистрации УПК до и после процедуры использовался микроскоп с функцией видеосъемки. В послеоперационном периоде выполнялся колориметрический анализ с помощью графического редактора Paint.

После ТК выполнялось повторное окрашивание структур передней камеры и фоторегистрация гониоскопической картины. С помощью графического редактора Paint и полученных фотоизображений угла передней камеры до и после ТК проводилась сравнительная колориметрическая оценка состояния УПК. Для этого определялись значения показателей колориметрического анализа R,G,B по шкале от 0 до 255 (от темного к светлому) и производился расчет изменения степени окрашивания структур УПК глаза и сравнение их между собой (на "Способ оценки состояния угла передней камеры на наличие гранул пигмента и псевдоэкссфолиативного материала у пациентов с катарактой и глаукомой на фоне псевдоэкссфолиативного синдрома" получен патент РФ на изобретение №2702157 от 04.02.2019 г., на "Способ контроля наличия псевдоэкссфолиативного материала у пациентов с катарактой и глаукомой с псевдоэкссфолиативным синдромом" получен патент РФ на изобретение №2697777 от 27.09.2018 г.).

Процедура трабекулоклининга представлена на рисунках 12 А, Б.



А - интраоперационная гониолинза Б - контроль трабекулоклининга

Рисунок 12 А, Б - Трабекулоклининг под контролем гониолинзы

Таким образом, способ гидродинамического трабекулоклининга, при котором выполняется интраоперационное окрашивание и гониоскопический контроль процедуры, позволяет максимально эффективно удалить трабекулярный дебрис, а именно гранулы пигмента и окрашенный псевдоэксфолиативный материал из угла передней камеры.

3.4. Результаты комплексного применения лазерной, ультразвуковой и гидродинамической хирургии при лечении пациентов с начальной стадией первичной открытоугольной глаукомы и катаракты на фоне псевдоэксфолиативного синдрома

Основной целью данного раздела работы была разработка алгоритмов отбора, подготовки пациентов и выполнения комплексного энергетического лечения пациентов с начальной стадией ПОУГ и катарактой на фоне ПЭС, а также оценки эффективности и безопасности комплексной технологии лечения. Для этого было необходимо исследование результатов лечения пациентов, которым была выполнена СЛТ с последующей ФЭК (вторая контрольная группа), а также пациентов, которым была выполнена СЛТ с последующей ФЛАФЭК, включавшей гидродинамический трабекулоклининг (основная группа). Также требовалось разработать способ контроля удаления трабекулярного дебриса в ходе гидродинамического трабекулоклининга для его эффективного выполнения. Далее было необходимо провести сравнительный анализ исследованных методик.

3.4.1. Результаты исследования клинико-функциональных показателей лечения, основанного на применении селективной лазерной трабекулопластики и факоемульсификации катаракты

В данную группу были включены 76 пациентов (76 глаз) с начальной стадией ПОУГ, которым первым этапом лечения выполнялась СЛТ.

Всем пациентам до и после лечения выполняли визометрию, тонометрию, тонографию, исследовали толерантное ВГД, оценивали ПЭК и выполняли фоторегистрацию структур УПК с помощью фотощелевой лампы. Все параметры повторно оценивались после проведения манипуляции.

Среднее значение МКОЗ у пациентов данной группы составило $0,28 \pm 0,08$ ($M \pm \sigma$). Низкая острота зрения была обусловлена наличием катаракты на фоне псевдоэкзофалиативного синдрома.

Исследование статической периметрии и ОКТ диска зрительного нерва у пациентов второй группы подтверждало начальную стадию глаукомного процесса в каждом из 76 случаев исследования второй группы. Среднее значение MD составляло $-5,1 \pm 0,45$ dB, а PSD было равно $4,4 \pm 0,45$ dB, ($M \pm \sigma$).

Исходные значения истинного внутриглазного давления (P_0) до назначения медикаментозной терапии у больных данной группы составляли $22,3 \pm 3,6$ мм рт.ст., тонометрическое ВГД - $27,6 \pm 3,1$ мм рт.ст., ($M \pm \sigma$). Среднее значение истинного индивидуально переносимого (толерантного) давления составило в данной группе $16,5 \pm 2,8$ мм рт.ст. Среднее значение индекса интолерантности (I_{int}) составляло $5,7 \pm 2,4$ мм рт.ст. На фоне медикаментозной гипотензивной терапии P_0 снизилось от исходного уровня на 18,8% - до $18,1 \pm 2,9$ мм рт.ст. ($t=7,9$; $p < 0,001$), тонометрическое ВГД - до $23,2 \pm 3,1$ мм рт.ст. ($t=8,8$; $p < 0,001$).

Монотерапия до СЛТ применялась у 20 пациентов (20 глаз), что составило 26,3% в группе исследования. При этом инстилляцией б-блокаторов, а именно 0,5% раствор тимолола малеата (8 глаз) или ингибиторов карбоангидразы, а именно 1% раствор бринзоламида (12 глаз) назначали по 1 капле 2 раза в день. Монотерапия позволила достигнуть снижения P_0 на 18,4% - до $18,2 \pm 2,3$ мм рт.ст. Комбинированная терапия при подготовке к СЛТ включала инстилляцию б-блокаторов и ингибиторов карбоангидразы на 56 глазах (73,7%) и применялась в случаях некомпенсации ВГД на монотерапии. На фоне монотерапии у данных пациентов (56 глаз) среднее значение P_0

составило $20,2 \pm 2,5$ мм рт.ст., но превышало значение толерантного ВГД. Среднее значение I_{int} составляло $3,5 \pm 1,7$ мм рт.ст. При комбинированной терапии отмечалось снижение среднего значения P_0 до $18,1 \pm 2,9$ мм рт.ст., т.е. на 18,8 % от исходных значений. Среднее значение коэффициента C на фоне медикаментозного лечения оставалось сниженным и составляло $0,13 \pm 0,04$ мм³/мм рт.ст.*мин. (таб. 13). Среднее значение I_{int} до проведения СЛТ было равно $1,5 \pm 1,3$ мм рт.ст. Повышение офтальмотонуса выше толерантного ВГД на фоне медикаментозного лечения являлось основанием для проведения СЛТ.

При выполнении СЛТ средние значения лазерной энергии так же отличались между пациентами с умеренной степенью пигментации трабекулярной сети (29 глаз) и выраженной степенью пигментации (47 глаз) и составили соответственно $0,58 \pm 0,04$ и $0,54 \pm 0,06$ мДж ($M \pm \sigma$). Различие между средними значениями было статистически достоверным ($t = 3,5$ $p < 0,01$).

При анализе результатов лечения через 1 месяц после СЛТ видно, что дополнительный гипотензивный эффект составил 21% (с $18,1 \pm 2,9$ до $14,3 \pm 2,2$ мм рт.ст.; $t = 9,1$; $p < 0,001$). При этом снижение P_0 от исходных значений составило 35,9% (с $22,3 \pm 3,6$ до $14,3 \pm 2,2$ мм рт.ст., ($p < 0,001$).

Контроль тонометрического ВГД через 1 месяц после выполнения СЛТ подтвердил гипотензивный эффект: на фоне медикаментозного лечения отмечено снижение на 16,8 % (с $23,2 \pm 3,1$ до $19,3 \pm 2,8$ мм рт.ст.; $t = 8,2$; $p < 0,001$) и на 30,1% при расчете от исходных значений (с $27,6 \pm 3,1$ до $19,3 \pm 2,8$ мм рт.ст.; $p < 0,001$).

Отмечалось достоверное улучшение показателей гидродинамики: значение C увеличилось на 30,8% - с $0,13 \pm 0,02$ до $0,17 \pm 0,02$ мм³/мм рт.ст.*мин ($t = 12,4$; $p < 0,05$).

Таблица 13 - Средние значения клинико-функциональных показателей на фоне медикаментозного лечения и через 1 мес. после СЛТ (76 глаз), М±σ

Показатели	До СЛТ	Через 1 мес. после СЛТ	T	P
Острота зрения	0,28±0,08	0,29±0,12	0,49	>0,05
Площадь ДЗН, S _{ДЗН} (мм ²)	1,85±0,22	1,87±0,24	0,54	>0,05
Площадь экскавации ДЗН, S _э (мм ²)	0,84±0,21*	0,73±0,19**	3,4	<0,05
Отношение S _э к S _{ДЗН} , S _э /S _{ДЗН}	0,45±0,11*	0,39±0,12**	3,2	<0,05
СНВС, мкм	76,6±5,2	76,8±5,3	0,23	>0,05
MD, dB	- 5,1±0,45*	-4,6±0,5**	6,5	<0,001
PSD, dB	4,4±0,45*	3,3±0,43**	15,4	<0,001
ПСЧС, dB	26,4 ± 2,1*	28,1± 2,3*	2,1	<0,05
ССЧС, dB	2854 ± 50,6*	2932 ± 54,2*	9,1	<0,001
Тонометрическое ВГД, мм рт. ст.	23,2±3,1*	19,3 ± 2,8**	8,2	<0,001
P ₀ , мм рт. ст.	18,1±2,9	14,3 ± 2,2**	9,1	<0,001
C, мм ³ /мм рт.ст.*мин	0,13 ± 0,02*	0,17 ± 0,02**	12,4	<0,001
F, мм ³ /мин	0,9 ± 0,16*	1,1 ± 0,17**	7,4	<0,001
КБ (P ₀ /C)	133 ± 28,9*	88,7 ± 29,2**	9,4	<0,001
ПЭК, кл/мм ²	2240±298	2186±302	1,1	>0,05

Примечание. Различия между средними значениями, которые отмечены значками * и **, статистически достоверны (t>2,0; p<0,05).

Снижение внутриглазного давления после СЛТ сопровождалось достоверным улучшением показателей статической периметрии: порога светочувствительности сетчатки (ПСЧС), суммарной светочувствительности сетчатки (ССЧС), MD и PSD (p<0,001), а также уменьшением площади

экскавации диска зрительного нерва и отношения площади экскавации к площади ДЗН с $0,45 \pm 0,11$ до $0,39 \pm 0,12$ ($t=3,2$; $p<0,05$).

Через 1 мес. после СЛТ переход с комбинированной медикаментозной терапии у 56 пациентов (56 глаз) на монотерапию был достигнут на 26 глазах. Отмена гипотензивных лекарственных препаратов в группе пациентов с монотерапией (20 глаз) после СЛТ отмечалась на 14 глазах. Таким образом, после СЛТ на комбинированной терапии оставались 30 пациентов (30 глаз, 39,5 %), на монотерапии – 32 пациента (32 глаза, 42,1%) и у 14 пациентов (14 глаз, 18,4%) была выполнена отмена гипотензивного лечения.

Среднее количество инстилляций до СЛТ на медикаментозной терапии составило $3,5 \pm 0,89$ капли в сутки ($M \pm \sigma$), а после лазерного лечения - $2,4 \pm 1,5$ капли в сутки ($M \pm \sigma$). Различие между средними значениями статистически достоверное ($t=5,6$; $p<0,001$). Это подтверждает гипотензивный эффект лазерной хирургии, достижение индивидуального уровня ВГД, что стабилизирует зрительные функции при лечении ПОУГ.

Послеоперационный период без особенностей: ни в одном случае наблюдения после СЛТ не отмечено реактивной гипертензии, воспалительных реакций.

ПЭК в послеоперационном периоде находилась в пределах допустимых значений, отклонение от исходных значений составило менее 1%. Различие между средними значениями до и после СЛТ было статистически недостоверным ($t=0,14$; $p>0,05$).

Для определения степени уменьшения пигментации после СЛТ выполнялась фоторегистрация гониоскопической картины с захватом зон, где не проводилась и где выполнялась СЛТ. При гониоскопии через 1 мес. после операции выполнена фоторегистрация угла передней камеры глаза. С помощью графического редактора Paint и полученных фотоснимков проводилась сравнительная колориметрическая оценка пигментации трабекулярной сети до и после СЛТ. Для этого определялись значения показателей колориметрического анализа (R, G, B). Были получены средние

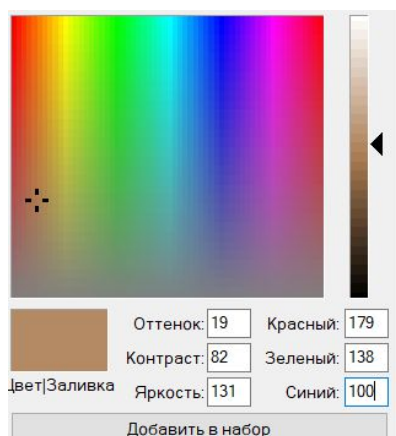
значения показателей колориметрического анализа R, G, B до и после СЛТ. Далее проводился расчет изменения степени окрашивания структур УПК и сравнение значений между собой. Данные отражены в таблице 14.

Таблица 14 - Средние значения показателей колориметрического анализа пигментации трабекулярной сети до и после СЛТ у больных первичной открытоугольной глаукомой, 76 глаз, $M \pm m$

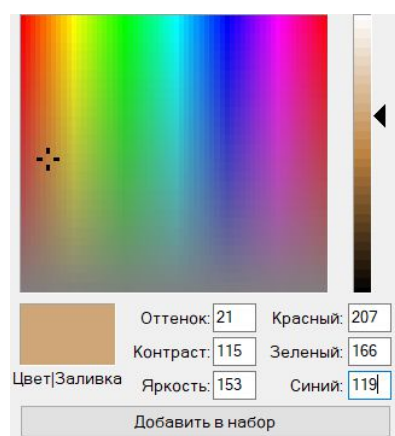
Название группы	Показатели колориметрического анализа					
	R (красный)		G (зеленый)		B (голубой)	
	M	$\pm m$	M	$\pm m$	M	$\pm m$
До СЛТ	179,7	7,1	138,6	8,5	100,2	6,2
После СЛТ	206,9	8,0	166,1	7,6	119,5	6,4
t	2,4		2,38		2,2	
p	<0,05		<0,05		<0,05	

После СЛТ по шкале от 0 до 255 (от темного к светлому) отмечено увеличение средних значений показателей колориметрического анализа R, G, B: R – с $179,7 \pm 8,25$ до $206,85 \pm 8,0$, G – с $138,6 \pm 8,5$ до $166,1 \pm 7,6$ и B- с $100,2 \pm 8,25$ до $119,5 \pm 7,95$. Уменьшение интенсивности красного цвета (R) составило 13%, зеленого цвета (G) – 16,9%, синего цвета (B) – 16,2%, что указывало на уменьшение пигментации трабекулярной сети. Данные колориметрии доказывают эффективность фототермолизиса пигментных гранул после СЛТ.

Ниже представлено наглядное цветовое распределение трабекулярной мембраны Шлеммова канала согласно данным программы.



А – до СЛТ



Б – после СЛТ

Рисунок 13 - Изменение пигментации трабекулярной мембраны Шлеммова канала до (А) и после (Б) СЛТ

Таким образом, проведенные исследования показали эффективность и безопасность СЛТ. Гипотензивный эффект, согласно измерению истинного внутриглазного давления составил 35,9 % (с $22,3 \pm 3,6$ до $14,3 \pm 2,2$ мм рт.ст.).

Отмечалось достоверное улучшение показателей гидродинамики глаза: значение коэффициента С увеличилось на 30,7% - с $0,13 \pm 0,02$ до $0,17 \pm 0,02$ мм³/мм рт.ст.*мин ($t=12,4$; $p<0,001$).

Среднее значение индекса интолерантности было равно $-2,1 \pm 1,3$ мм рт.ст., ($M \pm \sigma$). Эффективность фототермолизиса после СЛТ подтверждена с помощью колориметрического анализа.

В послеоперационном периоде проводился тщательный мониторинг состояния глазного яблока. Клинически значимых проявлений воспаления не отмечено ни в одном случае после вмешательства. Пальпация глазного яблока в проекции цилиарного тела безболезненна. Феномен Тиндаля и реактивная гипертензия не отмечены ни в одном случае. О безопасности СЛТ говорит отсутствие осложнений после операции.

Через 1 месяц после выполнения этапа СЛТ выполняли факохирургию. Срок в 1 месяц определялся предполагаемым достижением фототермолизиса пигментных гранул в указанный период

времени. У всех пациентов повторно выполняли визометрию, гониоскопию, тонометрию, тонографию, исследовали плотность эндотелиальных клеток.

Критериями отбора пациентов к данному этапу вмешательства являлись: открытый угол передней камеры глаза с наличием псевдоэксфолиативного материала, ответ на СЛТ в виде снижения офтальмотонуса до толерантного давления без применения антиглаукомных препаратов, либо на фоне применения лекарственных средств, уменьшающих образование внутриглазной жидкости (β-адреноблокаторы, ингибиторы карбоангидразы), улучшение после СЛТ показателей гидродинамики глаза.

ФЭК проводилась по ранее описанной технологии (С. 53-54).

С целью колориметрической оценки состояния УПК, перед имплантацией ИОЛ в переднюю камеру вводился краситель и выполнялась фоторегистрация окрашенных структур. В послеоперационном периоде проводилась стандартная терапия.

Таблица 15 - Средние значения основных показателей при выполнении факоэмульсификации катаракты, 76 глаз

<i>Показатели</i>	$M \pm \sigma$
Общее время ультразвука, с	$78,9 \pm 5,4$
Общая эквивалентная мощность, %	$21,7 \pm 2,4$
Количество использованной жидкости, мл	$86,1 \pm 6,4$

При фиксации основных операционных показателей все случаи исследования второй группы были разделены на подгруппы, согласно степени акустической плотности катаракты. При оценке показателей обращает на себя разница в энергетических интраоперационных показателях в подгруппах исследования (табл. 16).

Так, в случаях плотных катаракт общее время затраченного ультразвука выше на 69,5%, общая эквивалентная мощность ультразвука выше на 20,3%, а количество использованной жидкости выше на 14,3%, чем при катарактах с акустической плотностью до 34 Дб. Из таблицы 17 видно, что дополнительный гипотензивный эффект после ФЭК составил 21% (с $18,1 \pm 2,9$ до $14,3 \pm 2,2$), через 12 месяцев он составил 33,6% (с $22,3 \pm 3,6$ до $14,8 \pm 1,8$) от исходных значений офтальмотонуса, а через 2 года наблюдения 21,1% (с $22,3 \pm 3,6$ до $17,6 \pm 2,4$ мм рт.ст).

Таблица 16 - Средние значения основных показателей при выполнении ФЭК в зависимости от акустической плотности катаракт, ($M \pm \sigma$)

Показатели факоэмульсификатора	Степень акустической плотности катаракт		T	P
	до 34 дБ 39 глаз	Свыше 34 дБ 37 глаз		
Общее время ультразвука, с	$54,7 \pm 6,7$	$92,7 \pm 3,4$	44,03	<0,001
Общая эквивалентная мощность ультразвука, %	$19,7 \pm 3,15$	$23,7 \pm 2,4$	8,89	<0,001
Количество использованной жидкости, мл	$78,5 \pm 10,9$	$89,7 \pm 9,3$	4,9	<0,001

Средние значения клинико-функциональных показателей до и после лечения (СЛТ, ФЭК) на фоне медикаментозного лечения у 76 пациентов (76 глаз) представлены в таблице 17.

Из таблицы 15 видно, что среднее значение времени ультразвука при ФЭК составило $78,9 \pm 5,4$ с, общая эквивалентная мощность ультразвука $21,7 \pm 2,4$ %, а количество использованной жидкости - $86,1 \pm 6,4$ мл.

Коэффициент легкости оттока внутриглазной жидкости увеличился на 30,8% (с $0,13 \pm 0,02$ до $0,17 \pm 0,03$ мм рт.ст.) после ФЭК и составил $0,16 \pm 0,03$

против $0,13 \pm 0,02$ мм рт.ст. Через 1 год – улучшение на 23,1% от исходных значений ($t=7,3$; $p<0,001$), а через 2 года – на 7,2% (табл. 17).

Через 12 месяцев после лечения с применением комплексной технологии СЛТ, ФЭК и имплантация ИОЛ у пациентов с начальной стадией ПОУГ и катарактой на фоне ПЭС отмечалось достоверное улучшение МКОЗ ($t=9,3$; $p<0,001$), показателей периметрии MD ($t=5,1$; $p<0,001$), PSD ($t=2,6$; $p<0,05$), ПСЧС ($t=4,2$; $p<0,001$), ССЧС ($t=3,7$; $p<0,001$). Положительная динамика зрительных функций была обусловлена достижением прозрачности оптических в результате ФЭК+ИОЛ, а также гипотензивным эффектом лечения: снижением ВГД ниже уровня индивидуально переносимого офтальмотонуса.

Через 12 месяцев тонометрическое ВГД снизилось от исходного уровня $27,6 \pm 3,1$ мм рт.ст. до $22,1 \pm 1,9$ мм рт.ст. - на 20% ($t=13,2$; $p<0,001$). Среднее значение С увеличилось с $0,13$ мм³/мм рт.ст.*мин до $0,16$ мм³/мм рт.ст.*мин - на 23,1% ($t=7,3$; $p<0,001$), среднее значение коэффициента Беккера (КБ) уменьшилось на 15,5% ($t=4,1$; $p<0,001$).

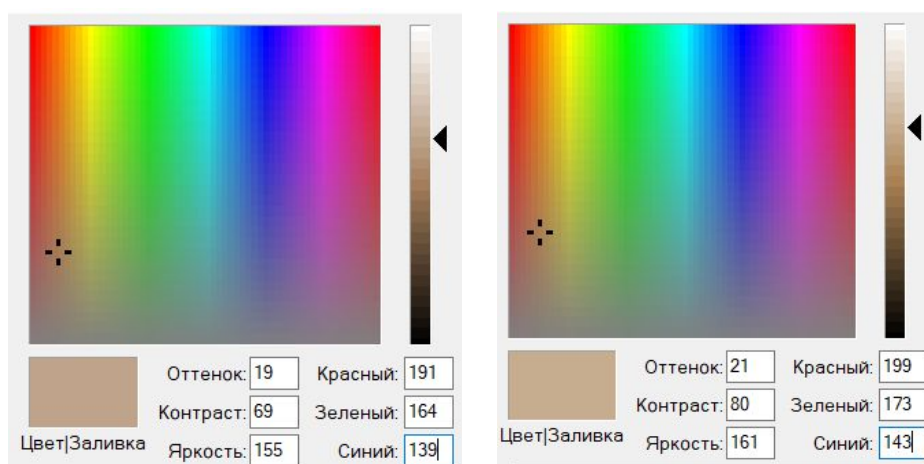
Среднее значение I int было равно $0,2 \pm 1,1$ мм рт.ст. ($M \pm \sigma$), что указывает на снижение офтальмотонуса до уровня P₀tl. При снижении офтальмотонуса до толерантного ВГД отмечалось уменьшение площади экскавации ДЗН ($t=2,35$; $p<0,05$) за 12 месяцев наблюдения.

Через 2 года наблюдений достоверных изменений в динамике МКОЗ по сравнению с данными через 12 мес. после лечения не выявлено ($p>0,05$). При анализе показателей периметрии через 2 года наблюдений достоверных изменений от исходных значений (MD, PSD, ПСЧС, ССЧС) не выявлено ($p>0,05$) – отмечалась стабилизация зрительных функций на фоне достижения уровня толерантного офтальмотонуса (табл. 17).

Таблица 17 - Клинико-функциональные показатели до и после лечения (СЛТ, ФЭК) на фоне медикаментозного лечения (76 глаз), М±σ

<i>Показатели</i>	<i>До СЛТ</i>	<i>Через 1 мес. после СЛТ</i>	<i>Через 1 месяц после ФЭК</i>	<i>Через 6 месяцев после ФЭК</i>	<i>Через 12 месяцев после ФЭК</i>
Острота зрения	0,28±0,08*	0,29±0,12	0,59±0,25**	0,57±0,22**	0,54±0,21**
Площадь ДЗН, S _{ДЗН} (мм ²)	1,85±0,22	1,87±0,24	1,86±0,22	1,86±0,23	1,85±0,24
Площадь экскавации ДЗН, S _э (мм ²)	0,84±0,21*	0,73±0,19**	0,72±0,19**	0,75±0,18**	0,76±0,2**
Отношение S _э к S _{ДЗН} , S _э /S _{ДЗН}	0,45±0,11*	0,39±0,12**	0,39±0,13**	0,4±0,11**	0,44±0,12**
СНВС, мкм	76,6±5,2	76,8±5,3	77,3±5,4	76,9±5,0	76,7±5,3
MD, dB	- 5,1±0,45*	-4,6±0,5**	-4,1±0,51**	-4,6±0,54**	-4,7±0,52**
PSD, dB	4,4±0,45 *	3,3±0,43**	3,9±0,47**	4,1±0,49**	4,2±0,51**
ПСЧС, dB	26,4 ± 2,1*	28,1± 2,3**	28,6± 2,2**	28,2 ± 2,3**	27,9 ± 2,4**
ССЧС, dB	2854 ± 50,6*	2932 ± 54,2**	2936 ± 54,9**	2884 ± 57,5**	2885 ± 52,2**
Тонометрическое ВГД, мм рт. ст.	23,2±3,1*	19,3 ± 2,8**	19,5 ± 2,2**	21,6 ± 1,6**	22,1 ± 1,9**
P ₀ , мм рт. ст.	18,1 ± 2,9*	14,3 ± 2,2**	14,8±1,8**	16,4±2,1**	16,9±2,4**
C, мм ³ /мм рт.ст.*мин	0,13 ± 0,02*	0,17 ± 0,02**	0,17±0,03**	0,16±0,03**	0,16±0,03**
F, мм ³ /мин	0,9 ± 0,16	0,82 ± 0,14	0,8 ± 0,13	0,83 ± 0,12	0,97 ± 0,12
КБ (P ₀ /C)	133 ± 28,9*	88,7 ± 29,2**	87,3 ± 28,5**	101,8 ± 32**	112,4 ± 34,1**
ПЭК, кл/мм ²	2240±298*	2186±302	2164±263	2172±174	2160±179**

Изменения показателей R, G, B по данным колориметрии до (А) и после (Б) выполнения ФЭК представлены на рисунке 14.



А – до ФЭК

Б – после ФЭК

Рисунок 14 - Изменение показателей R, G, B по данным колориметрии до (А) и после (Б) выполнения ФЭК

Таблица 18 - Показатели колориметрического анализа после выполнения ФЭК во второй группе исследования (76 глаз), $M \pm m$

Показатели	До ФЭК	После ФЭК	Δ	p
R (красный)	191±11,2	199,6±6,8	4,5%	>0,05
G (зеленый)	164±6,7	173±6,9	5,5%	>0,05
B (голубой)	138,5±8,4	143,5±8,7	2,9%	>0,05

В таблице 18 представлены средние значения показателей колориметрического анализа до и после факоэмульсификации катаракты. Видно, что различие между средними значениями показателей колориметрического анализа (R, G, B) статистически недостоверно ($p > 0,05$). Это означает, что ФЭК не вызывает достоверного изменения в пигментации Шлеммова канала и не оказывает влияния на его колориметрическую оценку. При этом колориметрический анализ показателей до и после комплексного

лечения, включая СЛТ и ФЭК, показывает достоверное отличие, что говорит об изменении пигментации Шлеммова канала ($t > 2,0$; $p < 0,05$).

Таблица 19 - Средние значения клинико-функциональных показателей через 12, 18 и 24 месяцев после лечения (СЛТ, ФЭК) на фоне медикаментозного лечения (76 глаз), $M \pm \sigma$

<i>Показатели</i>	<i>Через 12 мес.</i>	<i>Через 18 мес.</i>	<i>Через 24 мес.</i>
Острота зрения	0,54±0,21	0,53±0,2	0,52±0,22
Площадь ДЗН, S _{ДЗН} (мм ²)	1,85±0,24	1,84±0,25	1,84±0,24
Площадь экскавации ДЗН, S _э (мм ²)	0,76±0,2	0,77±0,17	0,79±0,17
Отношение S _э к S _{ДЗН} , S _э /S _{ДЗН}	0,41±0,11	0,42±0,11	0,44±0,12
СНВС, мкм	76,7±5,1	76,6±5,2	76,4±5,3
MD, dB	-4,7±0,52*	-5,0±0,5	-5,2±0,53**
PSD, dB	4,2±0,51*	4,4±0,52	4,5±0,5**
ПСЧС, dB	27,9 ± 2,4	27,4 ± 2,3	26,7 ± 2,4
ССЧС, dB	2885 ± 52,2*	2847 ± 51,3	2835 ± 56,2**
Тонометрическое ВГД, мм рт. ст.	22,1 ± 1,9*	22,6 ± 1,9	22,9 ± 1,8**
P ₀ , мм рт. ст.	16,9±2,4*	17,1±2,3	17,7±2,4**
C, мм ³ /мм рт.ст.*мин	0,16±0,03*	0,15±0,03	0,14±0,03**
F, мм ³ /мин	0,97 ± 0,12	0,92 ± 0,18	0,83 ± 0,19
КБ (P ₀ /C)	112,4 ± 34,1	114,2 ± 31,3	123 ± 33,5
ПЭК, кл/мм ²	2160±179	2146±177	2153±171

Примечание. Различия между средними значениями, которые отмечены значками * и **, статистически достоверны ($t > 2,0$; $p < 0,05$).

В послеоперационном периоде оценивалось наличие либо отсутствие интра- и послеоперационных осложнений. В ходе операции осложнений не отмечено. Послеоперационная реакция 1-2 степени отмечена в 18 случаях наблюдения в группе (24,1%). Из них в подгруппе катаракт с акустической плотностью до 34 Дб – 3 глаза (3,9%), в подгруппе с акустической плотностью катаракты свыше 34 Дб – 15 глаз (19,7%): 5 глаз – с реакцией 1 степени и 10 глаз с реакцией 2 степени. Средняя величина балльной оценки воспалительной реакции у пациентов с акустической плотностью катаракты свыше 34 Дб составила $0,66 \pm 0,14$ баллов, ($M \pm m$).

Необходимо отметить, что через 1 мес. после ФЭК на комбинированной терапии оставались 22 пациента (22 глаза, 28,9 %), на монотерапии - 42 пациентов (42 глаза, 55,3%) и у 12 пациентов (12 глаз, 15,8%) была выполнена отмена гипотензивного лечения.

Через 6 месяцев после выполнения второго этапа лечения комбинированное гипотензивное медикаментозное лечение получали только 26 пациентов (26 глаз, 34,2 %), на монотерапии были 37 пациентов (37 глаз, 48,7%) и у 13 пациентов (13 глаз, 17,1%) отмечалась компенсация ВГД без применения медикаментозной терапии.

Через 12 месяцев после применения комплексного лечения (СЛТ и ФЭК) достижение индивидуального уровня ВГД было отмечено без применения гипотензивных лекарственных препаратов у 11 пациентов (11 глаз, 14,5%), на монотерапии были 39 пациентов (39 глаз, 51,3%) и на комбинированной терапии – 26 глаз (34,2%).

Через 18 месяцев после комплексного лечения достижение P_{01} было отмечено без применения гипотензивных лекарственных препаратов у 7 пациентов (7 глаз, 9,2%), на монотерапии были 40 пациентов (40 глаз, 52,6%) и на комбинированной терапии – 29 глаз (38,2%).

Через 2 года после применения комплексного лечения (СЛТ и ФЭК) достижение индивидуального уровня ВГД было отмечено без применения гипотензивных лекарственных препаратов у 4 пациентов (4 глаза, 5,3%), на

монотерапии были 41 пациент (41 глаз, 53,9%) и на комбинированной терапии – 31 глаз (40,8%).

Таким образом, исходно на медикаментозной терапии среднее количество инстилляций было $3,5 \pm 0,89$ капли в сутки ($M \pm \sigma$), через 1 месяц после СЛТ - $2,4 \pm 1,5$ капли в сутки ($M \pm \sigma$), через 1 месяц после второго этапа лечения - ФЭК составило $2,26 \pm 1,33$ капли в сутки, через 6 месяцев – $2,34 \pm 1,4$ капли в сутки, через 12 месяцев - $2,39 \pm 1,36$ капли в сутки, через 18 мес. - $2,58 \pm 1,27$ капли в сутки и через 2 года - $2,7 \pm 1,19$ капли в сутки, ($M \pm \sigma$). Различие между средними значениями количества инстилляций лекарственных гипотензивных препаратов после СЛТ и после ФЭК было статистически недостоверным ($p > 0,05$), что указывает на отсутствие достоверного гипотензивного эффекта после ФЭК и сохранения количества инстилляций лекарственных препаратов, соответствующих этапу наблюдения после выполнения СЛТ.

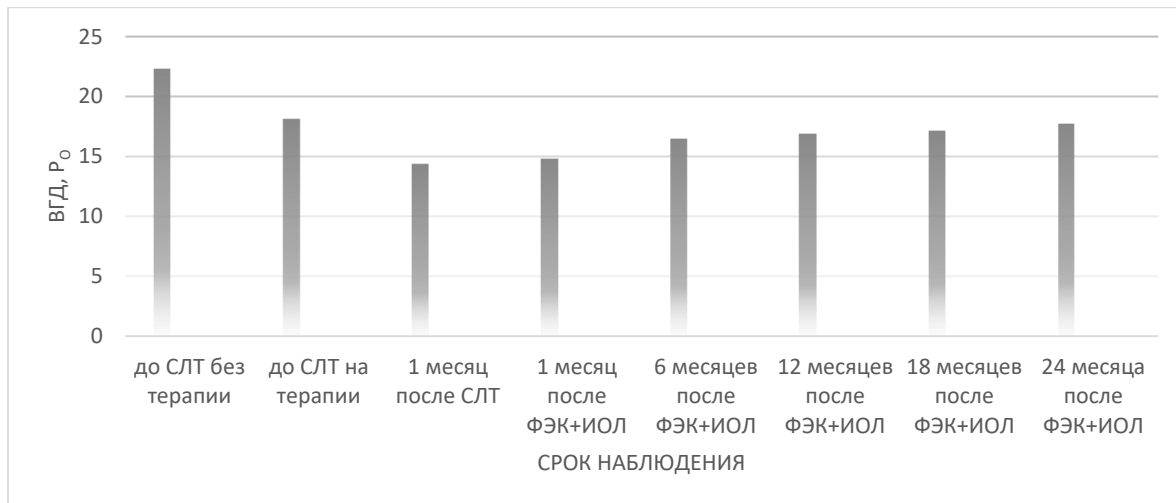


Рисунок 15 - Гипотензивный эффект комплексного лечения, включающего СЛТ и ФЭК у пациентов контрольной (второй) группы исследования

Через 2 года отмечалось уменьшение гипотензивного эффекта от выполненного лечения, вследствие уменьшения легкости оттока внутриглазной жидкости, что в итоге привело к достоверному увеличению

количества инстилляций гипотензивных лекарственных препаратов для достижения индивидуального уровня внутриглазного давления ($t=2,15$; $p < 0,05$). Наглядно динамика P_0 и C представлена на рисунках 15 и 16.

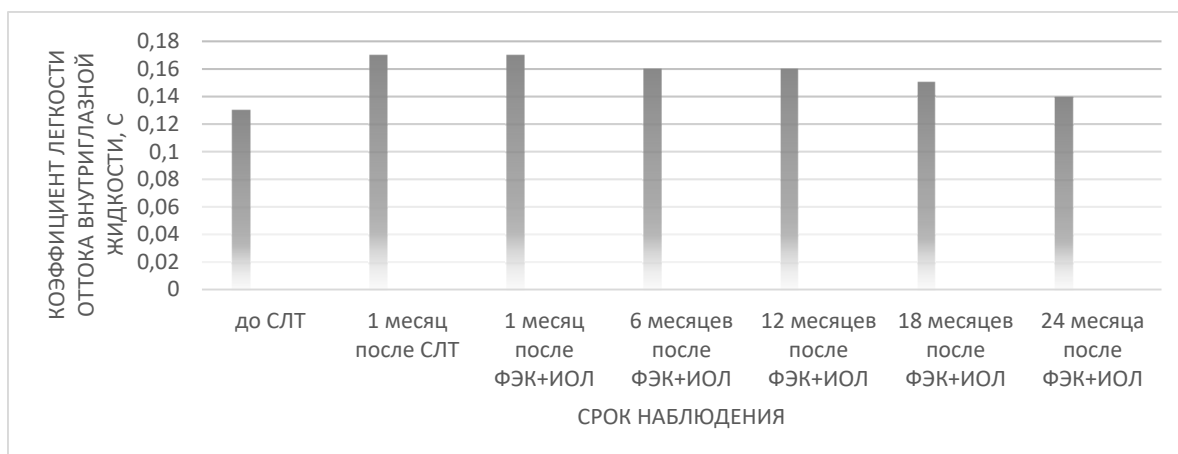


Рисунок 16 - Динамика показателей среднего значения коэффициента легкости оттока внутриглазной жидкости у пациентов контрольной (второй) группы исследования (С)

Через 2 года наблюдений по сравнению с данными через 12 мес. достоверных изменений в динамике клинико-функциональных показателей (МКОЗ, MD, PSD, ПСЧС, ССЧС) и морфометрических параметров ДЗН не выявлено ($p > 0,05$) – отмечалась стабилизация глаукомного процесса у 62 пациентов (62 глаз; 81,6%) на фоне достижения индивидуальной нормы офтальмотонуса, поэтому для достижения уровня индивидуального ВГД после 2 лет наблюдений пациентам, кроме усиления медикаментозного гипотензивного лечения также были выполнены в данной группе после ФЭК: СЛТ на 14 глазах (18% случаев).

Реактивная гипертензия не отмечена ни в одном случае наблюдения после СЛТ и в 4 случаях (5,26%) после ФЭК.

В 24,1% случаев исследования (18 глаз) отмечена послеоперационная роговичная реакция, чаще (19,7% против 3,9%) встречающаяся на глазах с акустической плотностью катаракты свыше 34Дб.

ПЭК в послеоперационном периоде находилась в пределах допустимых значений, отклонение от исходных значений не превысило 8,6% ($t=2,2$; $p<0,05$).

Ни в одном случае не отмечено цилиарной инъекции, болезненности при пальпации в проекции цилиарного тела, преципитатов, либо феномена Тиндаля.

Таким образом, данная (контрольная) группа исследования продемонстрировала эффективность комплексного лечения первичной начальной открытоугольной глаукомы на фоне катаракты и ПЭС методами СЛТ и ФЭК. Методика предполагает выполнение СЛТ для запуска процесса фототермолизиса с последующим выполнением ФЭК.

При проведении комплексного лечения СЛТ и ФЭК с имплантацией ИОЛ полученные результаты показали стабильность функционального состояния зрительного нерва, а значит и глаукомного процесса. Однако анализ гидродинамических показателей после проведенного лечения демонстрирует гипотензивный эффект после СЛТ, но ФЭК с имплантацией ИОЛ не приводит к достоверному гипотензивному эффекту, улучшению показателя легкости оттока внутриглазной жидкости и уменьшению пигментации Шлеммова канала ($p>0,05$).

Снижение коэффициента легкости оттока водянистой влаги и повышение офтальмотонуса через 2 года наблюдений привело к увеличению количества инстилляций лекарственных препаратов для достижения индивидуального ВГД.

3.4.2. Результаты исследования клинико-функциональных показателей лечения, основанного на применении селективной лазерной трабекулопластики и фемтолазер-ассистированной факоемульсификации катаракты, включающей трабекулоклининг

Исследование было выполнено у 111 пациентов основной группы (111 глаз). Первым этапом у данных пациентов была выполнена СЛТ, а через 1 месяц проводился второй этап - ФЛАФЭК с имплантацией ИОЛ в сочетании с гидродинамическим ТК.

Исходное среднее значение максимально корригированной остроты зрения (МКОЗ) у пациентов основной группы до проведения СЛТ составило $0,3 \pm 0,1$ (M \pm σ). Низкая острота зрения была обусловлена наличием катаракты на фоне ПЭС.

Данные статической периметрии и ОКТ диска зрительного нерва у пациентов данной группы соответствовали начальной стадии глаукомного процесса. Среднее значение MD составляло $-5,3 \pm 0,4$ dB, а PSD было равно $4,6 \pm 0,4$ dB, (M \pm σ).

Исходный уровень истинного ВГД (P_0) до назначения медикаментозной терапии у больных с начальной стадией ПОУГ составлял $23,6 \pm 3,2$ мм рт.ст., а тонометрическое ВГД было равно $28,4 \pm 2,9$ мм рт.ст., (M \pm σ). Среднее значение истинного индивидуально переносимого (толерантного) ВГД составило в данной группе $16,6 \pm 1,5$ мм рт.ст. Среднее значение индекса интолерантности (I int) составляло $6,7 \pm 2,1$ мм рт.ст.

На фоне медикаментозного лечения было отмечено снижение истинного ВГД на 22,5% от исходного уровня – до $18,3 \pm 1,5$ мм рт.ст. При этом монотерапия до СЛТ применялась в виде инстилляций б-блокаторов (0,5% раствор тимолола малеата) или ингибиторов карбоангидразы (1% раствор бринзоламида) на 32 глазах (28,8%). Инстилляции б-блокаторов (21 глаз) или

ингибиторов карбоангидразы (11 глаз) назначали по 1 капле 2 раза в день. Назначение монотерапии привело к снижению среднего значения истинного ВГД у данных пациентов (32 глаза) до $16,4 \pm 2,7$ мм рт.ст.

Комбинированная терапия до СЛТ применялась в виде инстилляций β -блокаторов и ингибиторов карбоангидразы на 79 глазах (71,2%). Необходимость применения комбинированной терапии до выполнения СЛТ была обусловлена недостаточной эффективностью монотерапии. На фоне монотерапии у данных пациентов (79 глаз) среднее значение истинного ВГД (P_0) составило $20,4 \pm 2,6$ мм рт.ст. и превышало значение толерантного ВГД. Среднее значение индекса интолерантности (I_{int}) было равно $3,7 \pm 1,6$ мм рт.ст. Назначение комбинированной терапии привело к снижению среднего значения истинного ВГД до $18,3 \pm 1,45$ мм рт.ст.

Таким образом, на фоне медикаментозного лечения у 111 пациентов (111 глаз) было отмечено снижение истинного ВГД на 22,5% от исходного уровня – до $18,3 \pm 1,5$ мм рт.ст. Среднее значение индекса интолерантности до проведения СЛТ было равно $1,6 \pm 1,4$ мм рт.ст. Повышение офтальмотонуса выше толерантного ВГД на фоне медикаментозного лечения являлось основанием для выполнения СЛТ.

В таблице 20 представлены средние значения клинико-функциональных показателей у больных с начальной стадией ПОУГ на фоне назначенной медикаментозной терапии до и через 1 мес. после проведения СЛТ.

Через 1 месяц после выполнения СЛТ на фоне медикаментозного лечения был достигнут дополнительный гипотензивный эффект, который составил 21,3% - до $14,4 \pm 1,8$ мм рт.ст. В итоге после СЛТ на фоне медикаментозного лечения истинное внутриглазное давление снизилось на 39% от исходного значения офтальмотонуса ($23,6 \pm 3,2$ мм рт.ст.). Отмечалось достоверное улучшение показателей гидродинамики: значение коэффициента легкости оттока внутриглазной жидкости увеличилось на 33,3% - с 0,12 до 0,16 мм³/мм рт.ст.*мин ($p < 0,05$).

Таблица 20 - Средние значения клинико-функциональных показателей до и через 1 мес. после СЛТ на фоне медикаментозного лечения (111 глаз),

$M \pm \sigma$

<i>Показатели</i>	<i>До СЛТ</i>	<i>Через 1 мес. после СЛТ</i>	<i>T</i>	<i>P</i>
МКОЗ	0,3±0,1	0,32±0,11	1,4	>0,05
Площадь ДЗН, S _{ДЗН} (мм ²)	1,88±0,24	1,86±0,26	0,6	>0,05
Площадь экскавации ДЗН, S _э (мм ²)	0,87±0,2*	0,75±0,18**	4,7	<0,001
Отношение S _э к S _{ДЗН} , S _э /S _{ДЗН}	0,46±0,1*	0,4±0,11**	4,2	<0,001
СНВС, мкм	77,9±4,9	78,2±5,1	0,4	>0,05
MD, dB	-5,3±0,4*	-4,7±0,4**	11,1	<0,001
PSD, dB	4,6±0,4*	3,5±0,5**	18,0	<0,001
ПСЧС, dB	26,8 ± 2,1*	28,2± 2,3**	4,7	<0,001
ССЧС, dB	2842 ± 48,6*	2920 ± 45,7**	12,3	<0,001
ТонOMETрическое ВГД, мм рт. ст.	23,5±1,9*	19,0 ± 1,79**	17,2	<0,001
P ₀ , мм рт. ст.	18,3 ± 1,5*	14,4 ± 1,8**	17,2	<0,001
C, мм ³ /мм рт.ст.*мин	0,12 ± 0,03*	0,16 ± 0,03**	9,9	<0,001
F, мм ³ /мин	0,97 ± 0,24*	0,7 ± 0,22**	8,8	<0,001
КБ (P ₀ /C)	146 ± 26,8*	88,2 ± 24,4**	16,8	<0,001
ПЭК, кл/мм ²	2178±284	2160±288	0,47	>0,05

Примечание. Различия между средними значениями, которые отмечены значками * и **, статистически достоверны ($t > 2,0$; $p < 0,05$).

Снижение внутриглазного давления характеризовалось достоверным улучшением показателей статической периметрии: порога

светочувствительности сетчатки (ПСЧС), суммарной светочувствительности сетчатки (ССЧС), MD и PSD ($p < 0,001$), а также уменьшением площади экскавации диска зрительного нерва и отношения площади экскавации к площади ДЗН с $0,46 \pm 0,1$ до $0,4 \pm 0,11$ ($t=4,2$; $p < 0,001$).

Необходимо отметить, что гипотензивный эффект применения СЛТ позволил уменьшить применение медикаментозной терапии. Через 1 мес. после СЛТ переход с комбинированного медикаментозного лечения у 79 пациентов (79 глаз) на монотерапию был достигнут на 39 глазах. Отмена гипотензивных лекарственных препаратов в группе пациентов с монотерапией (32 глаз) после СЛТ отмечалось у 21 пациента (21 глаз). Таким образом, после СЛТ на комбинированной терапии оставались 40 пациентов (40 глаз, 36 %), на монотерапии - 50 пациентов (50 глаз, 45%) и у 21 пациента (21 глаз, 19%) было отменено гипотензивное лечение.

Среднее количество инстилляций до СЛТ на медикаментозной терапии составило $3,4 \pm 0,82$ капли в сутки ($M \pm \sigma$), а после лазерного лечения - $2,3 \pm 1,2$ капли в сутки ($M \pm \sigma$). Различие между средними значениями статистически достоверное ($t=7,9$; $p < 0,001$), что подтверждает гипотензивный эффект лазерной хирургии, которая в итоге оказывает положительное влияние на приверженность пациентов в лечении первичной открытоугольной глаукомы.

Реактивной гипертензии не отмечено ни в одном случае наблюдения после СЛТ. Также ни в одном случае не отмечено цилиарной инъекции, болезненности при пальпации в проекции цилиарного тела, воспалительного выпота в переднюю камеру.

ПЭК в послеоперационном периоде находилась в пределах допустимых значений, отклонение от исходных значений через 1 месяц после СЛТ составило менее 1%. Различие между средними значениями до и после СЛТ было статистически недостоверным ($t=0,47$; $p > 0,05$), что подтверждало безопасность выполнения СЛТ (таб. 21).

Средние значения лазерной энергии при выполнении СЛТ отличались между пациентами с умеренной степенью пигментации

трабекулярной сети (44 глаза, 39,6%) и выраженной степенью пигментации (67 глаз, 60,4%) и составили соответственно $0,57 \pm 0,05$ и $0,53 \pm 0,06$ мДж ($M \pm \sigma$). Различие между средними значениями было статистически достоверным ($t = 3,8$; $p < 0,05$). Таким образом, чем более выраженная отмечалась у пациента пигментация трабекулярной мембраны, тем меньше требовалась энергия при выполнении СЛТ.

Таблица 21 – Показатель плотности эндотелиальных клеток до и через 1 месяц после СЛТ, ($M \pm \sigma$)

<i>Показатель</i>	<i>До СЛТ</i>	<i>Через 1 мес. после СЛТ</i>	<i>P</i>
ПЭК, кл/мм ²	2178±284	2160±288	> 0,05

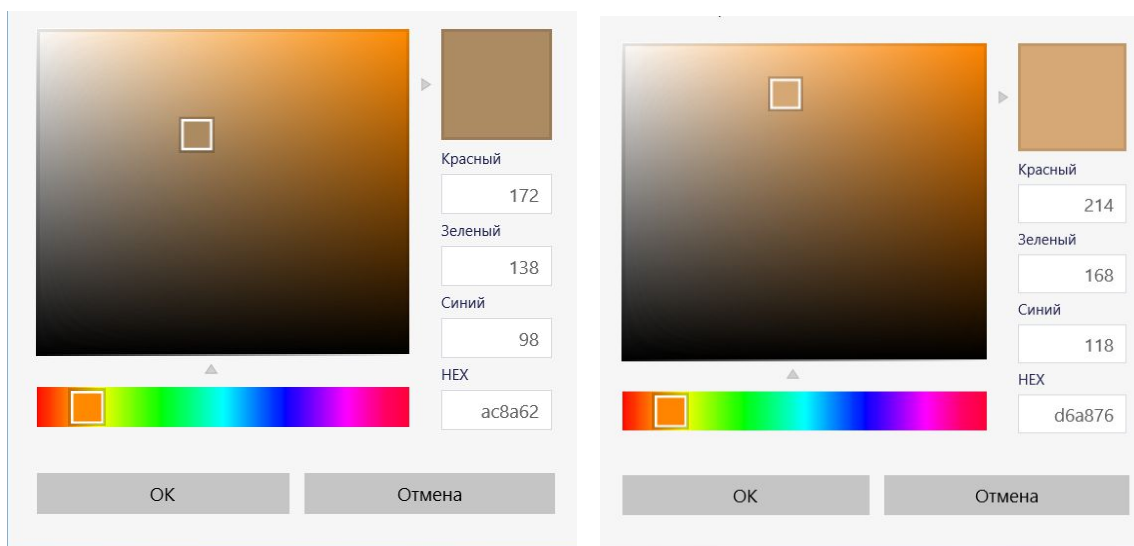
Для определения степени уменьшения пигментации через 1 мес. после СЛТ выполнялась фоторегистрация гониоскопической картины с захватом зон, где не проводилась и где выполнялась СЛТ. С помощью графического редактора Paint и полученных фотоснимков проводилась сравнительная колориметрическая оценка пигментации Шлеммова канала до и после СЛТ. Для этого определялись значения показателей колориметрического анализа (R, G, B). Были получены средние значения показателей колориметрического анализа R, G, B до и после СЛТ (табл. 22).

После СЛТ по шкале от 0 до 255 (от темного к светлому) отмечено увеличение средних значений показателей колориметрического анализа R, G, B: R – $208 \pm 7,9$, G – $162,4 \pm 7,3$ и B – $121,2 \pm 5,7$. Уменьшение интенсивности красного цвета (R) составило 16,3%, зеленого цвета (G) – 15,4%, синего цвета (B) – 17,9%, что указывало на уменьшение пигментации трабекулярной сети.

На рисунке 17 представлено изменение цвета трабекулярной мембраны Шлеммова канала до и через 1 мес. после СЛТ.

Таблица 22 - Средние значения показателей колориметрического анализа пигментации Шлеммова канала до и после СЛТ у пациентов с начальной стадией первичной открытоугольной глаукомой, 111 глаз, ($M \pm m$)

Название группы	Показатели колориметрического анализа					
	R (красный)		G (зеленый)		B (голубой)	
	M	$\pm m$	M	$\pm m$	M	$\pm m$
До СЛТ	178,9	8,4	140,7	7,9	102,8	5,8
После СЛТ	208	7,9	162,4	7,3	121,2	5,7
t	2,5		2,0		2,3	
p	<0,05		<0,05		<0,05	



До СЛТ

После СЛТ

Рисунок 17 - Пигментация трабекулярной мембраны Шлеммова канала до и после СЛТ

Данные колориметрии подтверждают эффективность фототермолизиса пигментных гранул после СЛТ.

Более наглядно сравнительное изменение в пигментации трабекулярной мембраны Шлеммова канала до и после СЛТ представлено на рис. 19.



До СЛТ



После СЛТ

Рисунок 19 - Пигментация трабекулярной мембраны Шлеммова канала до и после СЛТ

Клинический пример 2. Пациент Ф., 67 лет. Диагноз: Первичная открытоугольная I а глаукома, псевдоэкзофиативный синдром, незрелая катаракта правого глаза. Начальная катаракта левого глаза.

Острота зрения: VOD=0,3 н/к; VOS=0,8 н/к. Показатели гидродинамики до проведения селективной лазерной трабекулопластики на правом глазу на фоне инстилляций 0,5% раствора Тимолола по 1 капле 2 раза в день: $P_0=17,3$ мм рт.ст., $C=0,12$ мм³/мм рт.ст.*мин, $F=0,88$ мм³/мин, КБ=144; на левом глазу - $P_0=14,3$ мм рт.ст., $C=0,18$ мм³/мм рт.ст.*мин, $F=0,74$ мм³/мин, КБ=79. На рисунке 20 представлены фотографии угла передней камеры на правом глазу до СЛТ: угол передней камеры средней ширины открыт, умеренная степень пигментации. Данные колориметрического анализа до СЛТ: R=168, G=142, B=99.

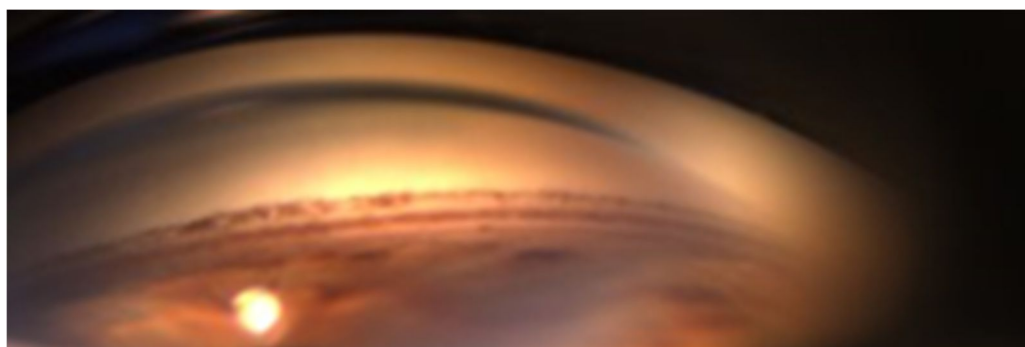


Рисунок 20 - Фотоснимок угла передней камеры глаза у пациента Ф., 67 лет, до СЛТ

Через месяц после СЛТ показатели гидродинамики на правом глазу улучшились: $P_0=15,2$ мм рт.ст., $C=0,17$ мм³/мм рт.ст.*мин, $F=0,93$ мм³/мин,

КБ=89. Отмечалось также улучшение показателей колориметрического анализа: R=206, G=164, B=118 (рис. 21).

Таким образом, проведенные клинические исследования у пациентов данной группы показали эффективность и безопасность СЛТ. Гипотензивный эффект СЛТ на фоне медикаментозного лечения составил 39% - от исходного значения офтальмотонуса ($23,6 \pm 3,2$ мм рт.ст.) до $14,4 \pm 1,8$ мм рт.ст.

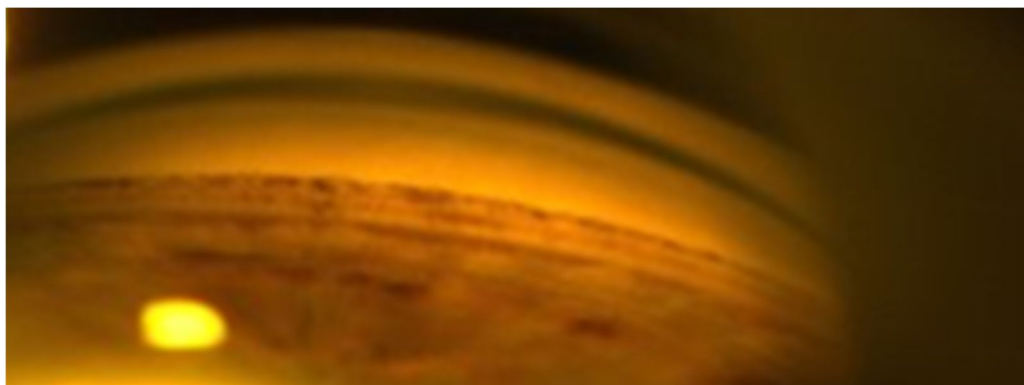


Рисунок 21 - Фотоснимок угла передней камеры у пациента Ф., 67 лет, через 1 мес. после выполнения СЛТ

Отмечалось достоверное улучшение показателей гидродинамики глаза: значение коэффициента легкости оттока внутриглазной жидкости увеличилось на 33,3% - с 0,12 до 0,16 мм³/мм рт.ст.*мин ($p < 0,05$). Среднее значение истинного внутриглазного давления после СЛТ было ниже уровня толерантного давления ($16,6 \pm 1,5$ мм рт.ст.). Эффективность фототермолизиса после СЛТ подтверждена с помощью колориметрического анализа.

Безопасность СЛТ подтверждалась отсутствием осложнений после операции и отсутствием достоверных изменений ПЭК после вмешательства.

Вторым этапом всем пациентам основной группы (111 глаз) через 1 месяц после СЛТ выполнялась ФЛАФЭК по описанной методике, включая гидродинамический трабекулоклининг.

Критериями отбора пациентов к данному этапу вмешательства были: открытый угол передней камеры при наличии ПЭС, ответ на СЛТ в виде

снижения офтальмотонуса до толерантного ВГД без применения антиглаукомных препаратов, либо на фоне применения лекарственных средств, уменьшающих ВГЖ (b-адреноблокаторы, ингибиторы карбоангидразы), улучшение после СЛТ показателей гидродинамики глаза и колориметрического анализа состояния трабекулярной мембраны Шлеммова канала.

Ни в одном случае хирургического лечения в группе исследования не было отмечено незавершенного лечения, потери вакуума, разрывов и отслоек десцеметовой оболочки.

После выполнения фемтоассистированных этапов роговичные разрезы вскрывались с помощью модифицированного фемтошпателя, представленного на Рисунке 22 (на "Шпатель для расслаивания роговичных разрезов и парацентезов, выполненных с помощью лазерной энергии при факоэмульсификации катаракты с фемтосекундным сопровождением" получен патент РФ на изобретение №2616215 от 28.01.2016 г.).



Рисунок 22 - Фемтошпатель

Полное раскрытие роговичных разрезов отмечено на 102 (91,7%) глазах основной группы исследования, в 3 (2,8%) случаях отмечено незавершение капсулорексиса, потребовавшее дополнительных внутрикамерных манипуляций, но окончившееся непрерывной круговой капсулотомией.

Далее пациентам выполнялись этапы факоэмульсификации.

В таблице 23 представлена общая картина энергетических затрат в ходе ФЛАФЭК. Так общая эквивалентная мощность ультразвука в среднем составила $17,6 \pm 5,37$ %, а время ультразвука – $54,1 \pm 8,6$ с.

Таблица 23 - Средние значения основных показателей при выполнении ФЛАФЭК у пациентов основной группы, 111 глаз

<i>Показатели</i>	$M \pm \sigma$
Общее время ультразвука, с	$54,1 \pm 8,6$
Общая эквивалентная мощность, %	$17,6 \pm 5,37$
Количество использованной жидкости, мл	$53,4 \pm 7,0$

Стоит рассмотреть разницу энергетических показателей в подгруппах исследования средней и высокой плотности катаракт. В таблице 24 представлены средние значения основных показателей при выполнении ФЛАФЭК в зависимости от плотности катаракты.

На этапе факофрагментации заметна значительная разница значений количества энергии ультразвука и времени его использования. При факофрагментации катаракт высокой акустической плотности - свыше 34 Дб в режиме Medium, исследуемые показатели более чем в три раза выше, чем при фрагментации катаракт плотности ниже 34 Дб в том же режиме. А именно, $21,6 \pm 1,4\%$ против $9,9 \pm 1,2\%$ ($t=39$; $p<0,001$) и $72,6 \pm 11,4$ с против $20,5 \pm 6,6$ с ($t=23,8$; $p<0,001$).

При этом отмечено, что увеличение количества лазерной энергии на этапе фемтолазерной факофрагментации значительно снижает ультразвуковые затраты в ходе этапа ФЭ, а именно: общее время ультразвука на этапе ультразвуковой факофрагментации снижается с $72,6 \pm 11,4$ с при ФЛАФЭК в режиме Medium до $66,2 \pm 8,1$ с при работе в режиме Hard ($t=2,8$; $p<0,05$). Общая эквивалентная мощность ультразвука изменяется с $21,6 \pm 1,4\%$ до

20,6±3,2%, показатели не достоверны (t=1,75; p<0,05). Количество использованной интраоперационной жидкости уменьшается в среднем с 71,1±10,4 до 52,0±12,5 мл (t=7,2; p<0,001)

Таблица 24 - Средние значения показателей факоэмульсификатора при выполнении ФЛАФЭК в зависимости от акустической плотности катаракт у пациентов основной группы, 111 глаз, (M±σ)

<i>Показатели</i>	<i>Акустическая плотность катаракт</i>			Т	Р
	до 34 дБ Режим Medium, 37 глаз	Свыше 34 дБ Режим Medium, 36 глаз	Свыше 34 дБ Режим Hard, 38 глаз		
<i>Общее время ультразвука, с</i>	20,5±6,6*	72,6±11,4	66,2±8,1**	45,9	<0,001
<i>общая эквивалентная мощность, %</i>	9,9±1,2*	21,6±1,4	20,6±3,2**	32,9	<0,001
<i>Количество использованной жидкости, мл</i>	33,5±4,1*	71,1±10,4	52,0±12,5**	14,8	<0,001

Различия между средними значениями, отмеченными значками * и **, статистически достоверны (t>2,0; p<0,05).

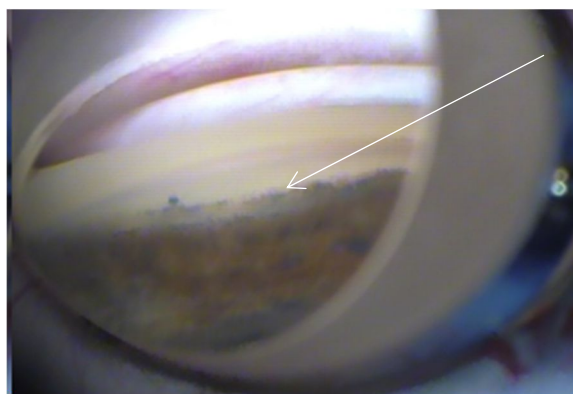
Отличия в значениях интраоперационных показателей говорят о разнице в длительности вмешательств и энергетического воздействия факохирургии при разной степени плотности катаракт. Плотные катаракты требуют больших энергетических и временных затрат, сопровождаются потреблением большего количества жидкости. Именно этим обусловлена необходимость четкого

дифференцированного подхода к выбору энергетических параметров лазера на этапе фемтолазер-ассистенции.

Достаточность фемтофакофрагментации способствует снижению количества ультразвука на последующих этапах вмешательства. Кроме того, достаточная фемтофакофрагментация снижает время манипуляций во время ФЭ, а, следовательно и количество использованной жидкости.

В рамках решения задачи по разработке метода эффективного трабекулоклининга, перед имплантацией ИОЛ выполнялась фоторегистрация ПЭМ в УПК до и после процедуры гидродинамического ТК. Было выявлено снижение степени окрашивания УПК, что подтверждало его очищение от гранул пигмента и ПЭМ.

Клинический пример 3. Пациент К., 65 лет. Диагноз: первичная начальная открытоугольная глаукома, осложненная катаракта, ПЭС левого глаза. Выполнена ФЛАФЭК с имплантацией ИОЛ и интраоперационным ТК. На рисунке 24 представлен фрагмент гониоскопической картины до и после трабекулоклининга в условиях интраоперационного окрашивания.



А - до трабекулоклининга



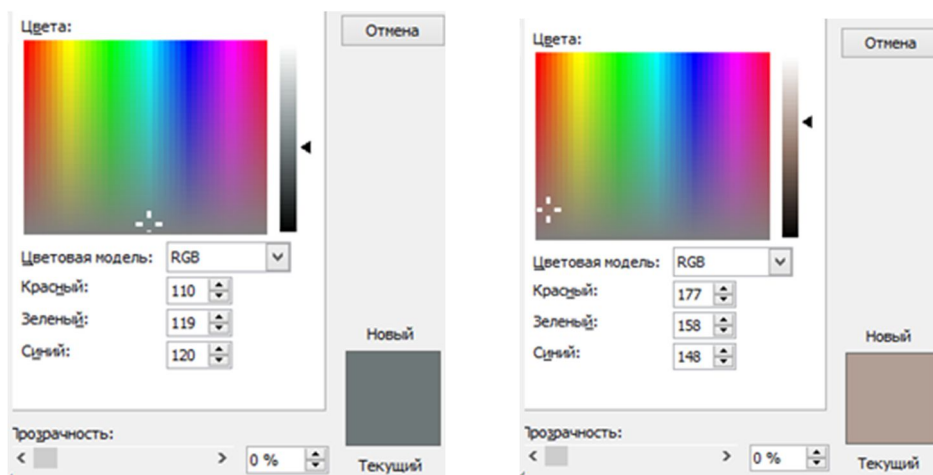
Б - после трабекулоклининга

Рисунок 24 - Окрашенный Шлеммов канал до (А) и после (Б) трабекулоклининга, псевдоэксфолиативный материал в УПК

На рисунке 25 А зафиксирован фрагмент окрашенного УПК до ТК. Отмечается выраженная пигментация трабекулы. На рисунке 25 Б представлен

тот же сегмент УПК после ТК. Заметно значительное уменьшение пигментации и уменьшение ПЭМ в зоне выполнения ТК.

Показатели графического редактора наглядно представлены на рисунке ниже (рис.23).



А - до ТК

Б – после ТК

Рисунок 23 - Колориметрический анализ состояния УПК до (А) и после (Б) трабекулоклининга в условиях окрашивания

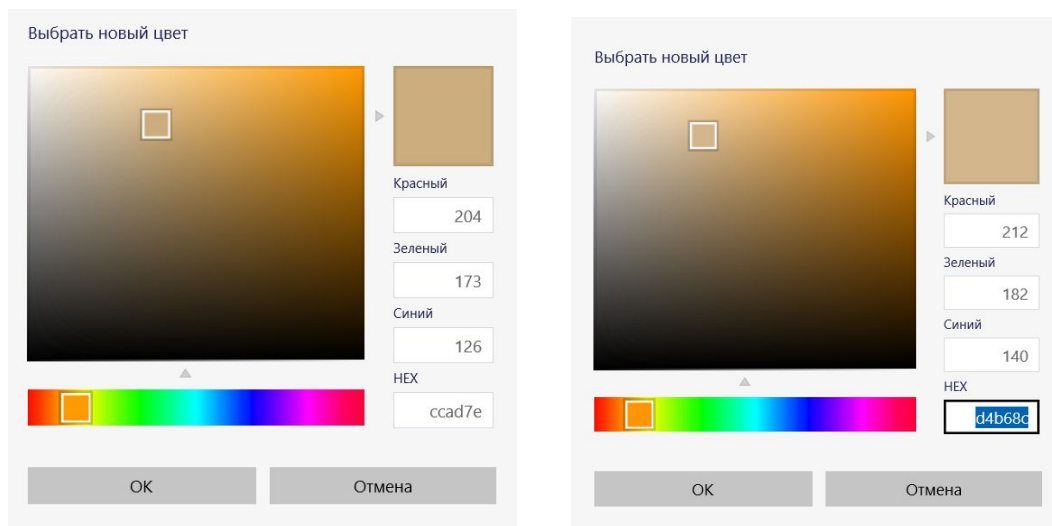
В таблице 25 представлено изменение показателей колориметрического анализа при окрашивании Шлеммова канала и после ТК.

Таблица 25 - Показатели колориметрического анализа на фоне окрашивания Шлеммова канала до трабекулоклининга (ТК) и после выполнения ТК у пациента К., $M \pm \sigma$

<i>Показатели</i>	<i>До ТК</i>	<i>После ТК</i>	Δ
R (красный)	110	177	60,9%
G (зеленый)	119	158	32,7%
B (голубой)	120	148	23,3%

После ТК мембрана Шлеммова канала в данном примере стала достоверно светлее. Таким образом, процедура позволяет визуализировать псевдоэксфолиативный материал для тщательного его удаления.

Сравнение неокрашенных участков трабекулы до и после ФЭ дает представление об изменении среднего цвета трабекулы в результате трабекулоклининга (Рисунок 24).



А - до ТК

В – после ТК

Рисунок 24 - Колориметрический анализ состояния УПК до (А) и после (В) трабекулоклининга

В таблице 26 представлены средние значения показателей колориметрического анализа до и после трабекулоклининга.

Таблица 26 - Показатели колориметрического анализа после выполнения ФЛАФЭК+ТК в основной группе исследования (111 глаз), $M \pm \sigma$

Показатели	До ТК	После ТК	Δ	T	P
R (красный)	204±10,3*	212±9,8**	9,27%	0,57	>0,001
G (зеленый)	173±7,1*	182±8,6**	5,2%	0,8	>0,001
B (голубой)	126±7,7*	140±8,1**	5,7%	0,54	>0,001

Средний цвет пигментации Шлеммова канала до (рис. 26 А) и после ТК (рис. 26 Б) достоверно не отличался, что видно по изменению показателей R, G, B (табл.27), в отличие от фоторегистрации с применением красителя, что

говорит о преимущественном удалении ПЭМ во время ТК. При этом колориметрический анализ показателей до и после комплексного лечения, включая СЛТ, ФЛАФЭК и ТК показывает достоверное отличие ($t > 2,0$; $p < 0,05$).

Ни в одном случае хирургического лечения в группе исследования не было отмечено незавершенного лечения, потери вакуума, разрывов и отслоек десцеметовой оболочки.

В послеоперационном периоде повторно оценивались клиничко-функциональные показатели. Проводилась стандартная послеоперационная терапия. Через 1 месяц оценивались основные показатели. Данные представлены в таблице 27.

Через 12 месяцев после лечения с применением комплексной технологии СЛТ, ФЛАФЭК, ТК и имплантация ИОЛ у пациентов с начальной стадией ПОУГ и катарактой на фоне ПЭС отмечалось достоверное улучшение максимальной корригированной остроты зрения ($t = 28,4$; $p < 0,001$), показателей периметрии MD ($t = 25,0$; $p < 0,001$), PSD ($t = 22,7$; $p < 0,001$), ПСЧС ($t = 4,4$; $p < 0,001$), ССЧС ($t = 14,2$; $p < 0,001$). Положительная динамика зрительных функций была связана с гипотензивным эффектом лечения: снижением внутриглазного давления ниже уровня индивидуально переносимого офтальмотонуса.

Через 12 месяцев тонометрическое ВГД снизилось от исходного уровня $28,4 \pm 2,9$ мм рт.ст. до $19,8 \pm 1,9$ мм рт.ст. - на 30,3% ($t = 26$; $p < 0,001$). Среднее значение коэффициента легкости оттока ВГЖ увеличилось с $0,12$ мм³/мм рт.ст.*мин до $0,19$ мм³/мм рт.ст.*мин - на 58,3% ($t = 14,7$; $p < 0,001$), среднее значение коэффициента Беккера (КБ) уменьшилось на 47% ($t = 20,0$; $p < 0,001$). Среднее значение индекса интолерантности (I int) было равно $-1,6 \pm 1,2$ мм рт.ст. ($M \pm \sigma$), что указывает на снижение офтальмотонуса ниже уровня индивидуально переносимого ВГД.

При снижении офтальмотонуса отмечалось также достоверное уменьшение площади экскавации ДЗН ($t = 5,0$; $p < 0,001$) и отношения площади экскавации к площади ДЗН ($t = 4,3$; $p < 0,001$) за 12 месяцев наблюдения.

Таблица 27 - Средние значения клинико-функциональных показателей до и после комбинированного лечения (СЛТ, ФЛАФЭК и ТК с имплантацией ИОЛ) на фоне медикаментозного лечения (111 глаз), $M \pm \sigma$

Показатели	До СЛТ, на гипотензивной терапии	Через 1 мес. после СЛТ	Через 1 месяц после ФЛАФЭК и ТК	Через 6 месяцев	Через 12 месяцев
Острота зрения	0,3±0,1*	0,32±0,11	0,67±0,2**	0,7±0,11**	0,72±0,12**
Площадь ДЗН, S _{ДЗН} (мм ²)	1,88±0,24	1,86±0,26	1,84±0,23	1,85±0,22	1,86±0,24
Площадь экскавации ДЗН, S _э (мм ²)	0,87±0,2*	0,75±0,18**	0,73±0,17**	0,74±0,16**	0,74±0,18**
Отношение S э/S _{ДЗН}	0,46±0,1*	0,4±0,11**	0,38±0,09**	0,39±0,12**	0,4±0,11**
СНВС, мкм	77,9±4,9	78,2±5,1	78,3±5,2	78,2±5,0	78,2±5,1
MD, dB	-5,3±0,4*	-4,7±0,4**	-4,8±0,42**	-4,7±0,41**	-4,9±0,43**
PSD, dB	4,6±0,4*	3,5±0,5**	3,3±0,52	3,4±0,5	3,5±0,51
ПСЧС, dB	26,8 ± 2,1*	28,2± 2,3**	28,4± 2,3**	28,3 ± 2,2**	28,1 ± 2,3**
ССЧС, dB	2842 ± 48,6*	2920 ± 45,7*	2946 ± 49,2	2942 ± 47,8	2935 ± 48,7
Тонометрическое ВГД, мм рт. ст.	23,5±1,9*	19,0 ± 1,8**	18,2 ± 1,8**	18,9 ± 1,6**	19,8 ± 1,9**
P ₀ , мм рт. ст.	18,3 ± 1,5*	14,4 ± 1,8**	13,3±2,3**	14,6±2,1**	14,9±2,17**
C, мм ³ /мм рт.ст.*мин	0,12 ± 0,03*	0,16 ± 0,03**	0,2±0,04**	0,19±0,04**	0,19±0,04**
F, мм ³ /мин	0,97 ± 0,24*	0,7 ± 0,22**	0,8 ± 0,22**	0,75 ± 0,21**	0,77 ± 0,22**
КБ (P ₀ /C)	146 ± 26,8*	88,2 ± 24,4**	73,2 ± 25,2**	76,4 ± 22,3**	77,4 ± 24,2**
ПЭК, кл/мм ²	2178±284	2160±288	2014±263	2012±174	2010±179

Примечание. Различия между средними значениями, которые отмечены значками * и **, статистически достоверны ($t > 2,0$; $p < 0,05$).

В таблице 28 представлены средние значения клинико-функциональных показателей через 12, 18 и 24 месяца.

Таблица 28 - Средние значения клинико-функциональных показателей через 12, 18 и 24 месяцев после комбинированного лечения (СЛТ, ФЛАФЭК и ТК) на фоне медикаментозного лечения (111 глаз), $M \pm \sigma$

<i>Показатели</i>	<i>Через 12 мес.</i>	<i>Через 18 мес.</i>	<i>Через 24 мес.</i>
МКОЗ	0,72±0,12	0,73±0,11	0,7±0,11
Площадь ДЗН, $S_{\text{ДЗН}}$ (мм ²)	1,86±0,24	1,85±0,24	1,86±0,24
Площадь экскавации ДЗН, $S_{\text{э}}$ (мм ²)	0,74±0,18	0,73±0,17	0,73±0,17
Отношение $S_{\text{э}}$ к $S_{\text{ДЗН}}$, $S_{\text{э}}/S_{\text{ДЗН}}$	0,4±0,11	0,39±0,12	0,39±0,11
СНВС, мкм	78,2±5,1	78,3±5,0	78,1±5,2
MD, dB	-4,9±0,43	-4,8±0,42	-5,1±0,44
PSD, dB	3,5±0,51	3,4±0,52	3,6±0,5
ПСЧС, dB	28,1 ± 2,3	27,9 ± 2,4	28,1 ± 2,5
ССЧС, dB	2935 ± 48,7	2944 ± 48,3	2939 ± 48,7
Тонометрическое ВГД, мм рт. ст.	19,8 ± 1,9	19,9 ± 1,8	20,3 ± 1,7
P_0 , мм рт. ст.	14,9±2,1	15,1±2,2	15,3±2,1
C , мм ³ /мм рт.ст.*мин	0,19±0,04	0,19±0,04	0,18±0,05
F , мм ³ /мин	0,77 ± 0,22	0,76 ± 0,2	0,8 ± 0,23
КБ (P_0/C)	77,4 ± 24,2	78,2 ± 22,5	82,4 ± 24,1
ПЭК, кл/мм ²	2010±179	2011±178	2013±175

Примечание. Различия между средними значениями статистически недостоверны ($t_{2,0}$; $p < 0,05$).

Через 2 года наблюдений по сравнению с данными через 12 мес. достоверных изменений в динамике клинико-функциональных показателей (МКОЗ, MD, PSD, ПСЧС, ССЧС) и морфометрических параметров ДЗН не выявлено ($p>0,05$) – отмечалась стабилизация глаукомного процесса у 108 пациентов (108 глаз, 97,3%) на фоне достижения индивидуальной нормы офтальмотонуса. Среднее значение внутриглазного давления было ниже уровня толерантного ВГД и составляло $15,3\pm 2,1$ мм рт.ст. Индекс интолерантности был равен $-1,2\pm 0,8$ мм рт.ст., ($M\pm\sigma$).

Интраоперационных осложнений не выявлено ни в одном случае наблюдения. Положение ИОЛ было стабильным. На 3 глазах (2,7%) на первые сутки после ФЛАФЭК отмечена гипертензия, купированная в течение 3 дней.

Для компенсации ВГД потребовалась комбинированная гипотензивная терапия, при выписке из стационара пациенты возвращались к предоперационному режиму инстилляций. Отмечено, что два из представленных случаев относились к подгруппе глаз с катарактой высокой плотности (более 34 Дб), прооперированных методом ФЛАФЭК в режиме Medium, 1 глаз – к подгруппе катаракт высокой плотности (более 34 Дб), при которых фемтоассистенция осуществлялась в режиме Hard.

На первые сутки после операции на 19 глазах (17,1%) отмечена реакция 1-2 степени, согласно классификации С.Н. Федорова и Э.В. Егоровой (1992), купированная в течение 1-7 дней на фоне терапии (таблица 29). Из всех случаев послеоперационной реакции в данной группе исследования 11,7% случаев (13 глаз) относились к подгруппе катаракт низкой акустической плотности, 5,4% (6 глаз) - к группе катаракт акустической плотности ниже 34Дб. Из них: 1 глаз (2,7%) подгруппы катаракт акустической плотности менее 34 Дб (37 глаз) – реакция в виде легкого эпителиального отека.

На 6 глазах (15,8%) подгруппы катаракт (38 глаз) акустической плотности свыше 34 Дб, прооперированных в режиме Hard, реакция 1-ой степени отмечалась на 3 глазах (7,9%), 2-ой степени – на 3 глазах (7,9%).

На 12 глазах (33,3%) подгруппы катаракт акустической плотности свыше 34 Дб, прооперированных в режиме Medium (36 глаз), реакция 1-ой степени отмечалась на 3 глазах, 2-ой степени – на 9 глазах.

Среднее значение воспалительной реакции у прооперированных пациентов (36 глаз) с катарактой с акустической плотностью свыше 34 дВ в режиме Medium составляла $0,583 \pm 0,14$ ($M \pm m$); в режиме Hard (38 глаз) – $0,23 \pm 0,094$ ($M \pm m$). Различие между средними значениями статистически достоверно ($t=2,1$; $p < 0,05$). Таким образом, анализ результатов, подтвердил необходимость тщательного выбора параметров лазерной энергии на этапе фемтолазерной ассистенции для снижения времени и энергии ультразвукового воздействия и меньшей травматизации тканей глаза на этапах факоэмульсификации катаракты при выполнении ФЛАФЭК.

Таблица 29 – Распределение послеоперационной воспалительной реакции у пациентов основной группы на первые сутки после операции, 111 глаз

<i>Послеоперационная воспалительная реакция</i>	<i>Средние значения показателей факоэмульсификатора при различной степени акустической плотности катаракт</i>		
	<i>До 34 дБ Режим Medium, 37 глаз</i>	<i>Свыше 34 дБ Режим Medium, 36 глаз</i>	<i>Свыше 34 дБ Режим Hard, 38 глаз</i>
Реакция 1 степени (1 балл)	1 (2,7%)	3 (8,3%)	3 (7,9%)
Реакция 2 степени (2 балла)	0 (0%)	9 (25%)	3 (7,9%)
Итого	1 (2,7%)	12 (33,3%)	6 (15,8%)

Показатели P_0 после комплексного лечения изменились следующим образом. Дополнительный гипотензивный эффект ФЛАФЭК и ТК через месяц после операции составил 7,6% (с 14,4 до 13,3 мм рт.ст.), С увеличился на 25% - с $0,16 \pm 0,03$ мм³/мм рт.ст.*мин до $0,2 \pm 0,04$ мм³/мм рт.ст.*мин. Гипотензивный эффект через 12 месяцев составил 36,9% от исходных значений истинного офтальмотонуса: с $23,6 \pm 3,2$ мм рт.ст. до $14,9 \pm 2,1$ мм рт.ст. ($p < 0,001$), а через 2 года наблюдений - 35,2% ($t=23,0$; $p < 0,001$) от исходных значений (с $23,6 \pm 3,2$ мм рт.ст. до $15,3 \pm 2,1$ мм рт.ст.).

Наглядно данные о динамике истинного внутриглазного давления представлены на рисунке 25.

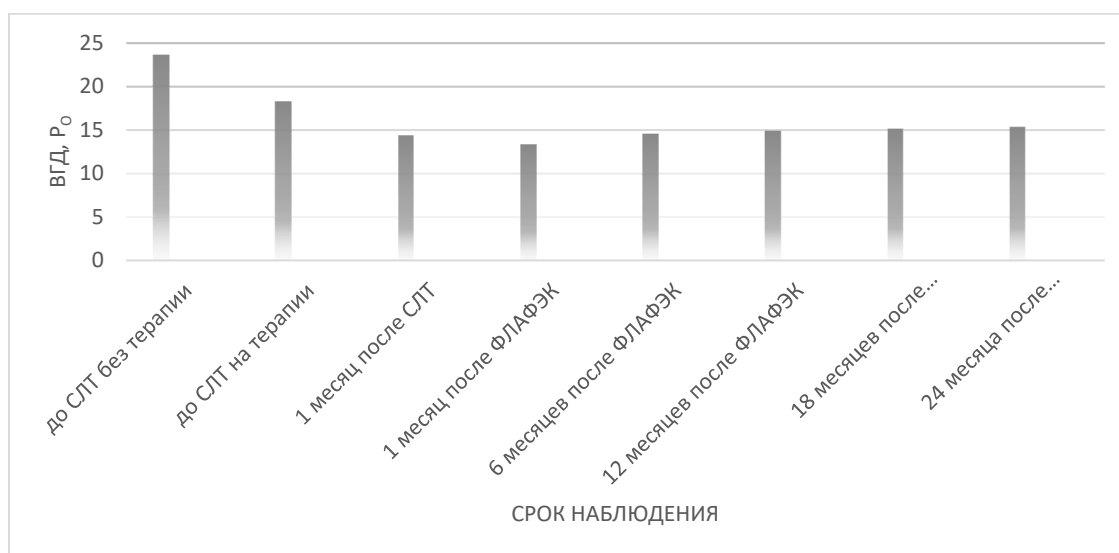


Рисунок 25 - Гипотензивный эффект комплексного лечения, включающего СЛТ и ФЛАФЭК с ТК у пациентов основной группы исследования

Также отмечалось достоверное улучшение коэффициента легкости оттока водянистой влаги в группе исследования ($p < 0,001$). Улучшение значений коэффициента С через 1 месяц после комплексного энергетического лечения составило 66,7% ($0,2$ против $0,12$ мм³/мм рт.ст. *мин), через 1 год - 58,3% ($0,19$ против $0,12$ мм³/мм рт.ст.

*мин, через 2 года - 50% (0,18 против 0,12 мм³/мм рт.ст.*мин, (t=14,3; p<0,001), (рисунок 26).

Необходимо отметить, что дополнительный гипотензивный эффект после ФЛАФЭК и гидродинамического трабекулоклининга позволил уменьшить в послеоперационном периоде применение медикаментозной терапии. Через 1 мес. после ФЛАФЭК и гидродинамического ТК на комбинированной терапии оставались 28 пациентов (28 глаз, 25,2%), на монотерапии - 49 пациентов (49 глаз, 44,2%) и у 34 пациентов (34 глаза, 30,6%) была выполнена отмена гипотензивного лечения.

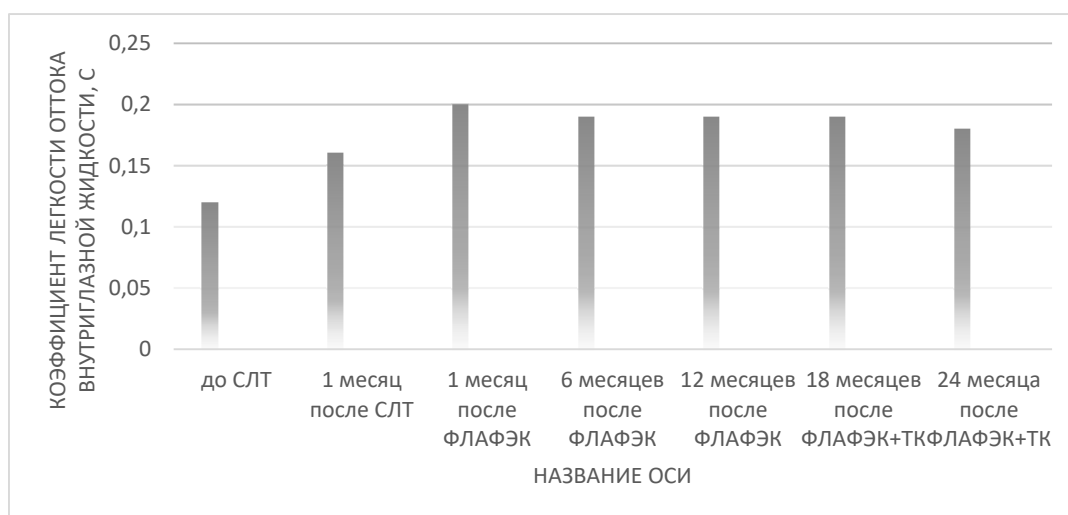


Рисунок 26 - Динамика показателей среднего значения коэффициента легкости оттока внутриглазной жидкости у пациентов основной группы наблюдения

Через 6 месяцев после применения данной комбинированной технологии достижение индивидуального уровня внутриглазного давления было достигнуто без применения гипотензивных лекарственных препаратов у 32 пациентов (32 глаза, 28,8%), на монотерапии были 51 пациент (51 глаз, 46%) и на комбинированной терапии – 28 глаз (25,2%).

Через 12 месяцев после выполнения второго этапа лечения в основной группе комбинированное гипотензивное медикаментозное лечение получали только 29 пациентов (29 глаз, 26,1 %), на монотерапии были 50 пациентов (50 глаз, 45%) и у 32 пациентов (32 глаза, 28,8%) отмечалась компенсация внутриглазного давления без применения медикаментозной терапии.

Через 18 месяцев комбинированное гипотензивное медикаментозное лечение получали только 28 пациентов (28 глаз, 25,2 %), на монотерапии были 52 пациента (52 глаза, 46,9%) и у 31 пациент (31 глаза, 27,9%) отмечалась компенсация ВГД без применения медикаментозной терапии.

Через 2 года после СЛТ, ФЛАФЭК и гидродинамического ТК достижение индивидуального уровня ВГД было достигнуто без применения гипотензивных лекарственных препаратов у 30 пациентов (30 глаз, 27%), на монотерапии были 53 пациента (53 глаза, 47,8%) и на комбинированной терапии – 28 глаз (25,2%).

Исходно на медикаментозной терапии среднее количество инстилляций было $3,4 \pm 0,82$ капли в сутки ($M \pm \sigma$), через 1 месяц после СЛТ - $2,3 \pm 1,2$ капли в сутки ($M \pm \sigma$), через 1 месяц после второго этапа лечения - ФЛАФЭК и гидродинамического ТК составило $1,89 \pm 1,16$ капли в сутки, через 6 месяцев – $1,93 \pm 1,1$ капли в сутки и через 12 месяцев - $1,95 \pm 1,12$ капли в сутки, через 12 месяцев – $1,95 \pm 1,12$ капли в сутки, через 18 месяцев – $1,94 \pm 1,1$ капли в сутки и через 2 года - $1,96 \pm 1,1$ капли в сутки, ($M \pm \sigma$). Различие между средними значениями количества инстилляций лекарственных гипотензивных препаратов после СЛТ и после ФЛАФЭК в сочетании с гидродинамическим ТК было статистически достоверным ($t=2,6$; $p<0,05$), что подтверждает целесообразность выполнения гидродинамического ТК с целью получения дополнительного гипотензивного эффекта и снижения количества инстилляций лекарственных препаратов в достижении индивидуального уровня ВГД.

Через 6 и 12 месяцев гипотензивный эффект сохранялся, а поэтому среднее количество инстилляций было сопоставимо и достоверно не отличалось между собой ($p > 0,05$).

Реактивная гипертензия не отмечена ни в одном случае наблюдения после СЛТ и в 2,7% случаев после ФЛАФЭК. ПЭК в послеоперационном периоде достоверно снизилась ($t=5,28$; $p < 0,05$), но находилась в пределах допустимых значений, отклонение от исходных значений не превысило 7,7% через 12 месяцев. Послеоперационная воспалительная реакция отмечена в 17,4% случаев.

Для достижения уровня индивидуального ВГД после 2 лет наблюдений пациентам, кроме усиления медикаментозного гипотензивного лечения также были выполнены в данной группе после ФЭК: селективная лазерная трабекулопластика на 7 глазах (6% случаев).

Таким образом, комплексное применение СЛТ и ФЛАФЭК, включающей ТК позволяет суммировать положительные эффекты от каждой их приведенных хирургических процедур, направленных на очищение трабекулярной мембраны Шлеммова канала и улучшение ее функциональных свойств (патент на изобретение №2695920 з.№2018126650 "Способ лечения пациентов с осложненной катарактой и глаукомой на фоне псевдоэксфолиативного синдрома", авторы Джаши Б.Г., Фокин В.П., Балалин С.В. Дата приоритета 19.07.2018). Предварительное выполнение СЛТ запускает процесс фототермолизиса, одновременно высвобождая гранулы пигмента. Функциональный эффект СЛТ выражается в послеоперационном снижении показателей ВГД.

В продолжение комплексного лечения выполняется ФЛАФЭК с имплантацией ИОЛ и гидродинамический ТК. При использовании уровня энергии фемтолазера, соответствующего плотности катаракты оперируемого глаза, фемтолазер-ассистенция позволяет минимизировать травматизацию тканей путем снижения количества ультразвуковой энергии и времени ее воздействия на ткани глазного яблока в ходе ФЭК. Это подтверждается

приведенными сравнительными данными об интраоперационных параметрах затрачиваемой энергии и длительности оперативного вмешательства. Кроме того, в ходе ФЭК, на этапе ирригации-аспирации кортикальных масс выполняется ТК, что позволяет удалить экзогенный пигмент и ПЭМ. Гониоскопический интраоперационный контроль позволяет выполнить процедуру максимально щадящим образом. Интраоперационное контрастирование ПЭМ путем окрашивания на этапах ФЭК позволяет четко визуализировать его локализацию и провести трабекулоклининг максимально полно. Колориметрический анализ, выполняемый на этом этапе, позволяет оценить эффективность процедуры.

Исследование ПЭК на всех этапах комплексного вмешательства дает возможность оценивать безопасность применяемых методик.

По результатам наблюдения через 12 месяцев, снижение P_0 составило в среднем 36,9%. При этом немаловажным фактом является уход с гипотензивной комбинированной терапии на монотерапию либо полное прекращение использования гипотензивных инстилляционных препаратов. Мониторинг параметров зрительного нерва также подтверждает стабильность функций и отсутствие прогрессирования глаукомного процесса, что являлось одной из целей лечения.

Метод комплексного энергетического лечения ПОУГ на фоне катаракты и ПЭС позволяет эффективно и безопасно достичь стойкого гипотензивного эффекта с улучшением состояния трабекулярного оттока внутриглазной жидкости без интраоперационного повреждения Шлеммова канала.

3.4.3. Сравнительный анализ эффективности комплексного энергетического хирургического лечения первичной начальной открытоугольной глаукомы и катаракты на фоне псевдоэксфолиативного синдрома на основе применения модифицированных лазерной и гидродинамической, а также ультразвуковой методик

Целью данного раздела является сравнительная оценка эффективности и безопасности комплексной технологии лечения пациентов с начальной стадией ПОУГ и катарактой на фоне ПЭС, основанной на применении лазерной, ультразвуковой и гидродинамической хирургии. Исследованные в данной работе методики объединены общей концепцией энергетического лечения. Каждый из методов имеет в своей основе ФЭК, а значит предполагает использование энергии ультразвука.

При сравнительной оценке эффективности энергетических затрат при выполнении операции в 3-й, основной группе (СЛТ+ФЛАФЭК+ТК) и 1-й и 2-й контрольных группах отмечались достоверные различия между средними значениями времени ультразвука, общей эквивалентной мощности и в количестве жидкости, необходимой для выполнения операции (табл. 30,31). В основной группе интраоперационные показатели были достоверно ниже, чем в контрольных группах ($p < 0,001$), что в целом демонстрировало ее преимущество.

Энергетические затраты между контрольными группами (1-й ФЭК и 2-й СЛТ+ФЭК) не были статистически достоверны: по времени ультразвука: $56,1 \pm 5,6$ с и $54,7 \pm 6,7$ с ($t=1,35$; $p > 0,05$), по количеству потраченного раствора: $81 \pm 7,5$ мл и $78,5 \pm 10,9$ мл ($t=1,48$; $p > 0,05$) и по общей эквивалентной мощности: $19,4 \pm 3,6\%$ и $19,7 \pm 3,15\%$ ($t=0,5$; $p > 0,05$).

В таблице 30 представлены интраоперационные показатели на этапе ФЭК с низкой плотностью катаракты у обследованных лиц.

Таблица 30 - Интраоперационные показатели на этапе ФЭК при низкой плотности катаракты в группах исследования, $M \pm \sigma$

<i>Параметры</i>	<i>(СЛТ + ФЛАФЭК +ТК)</i>	<i>(ФЭК)</i>	<i>(СЛТ+ФЭК)</i>	T_{1-2}	T_{1-3}	P
Время ультразвука, с	20,46±6,6	56,1±5,6	54,7 ±6,7	38,11	34,6	<0,001
Общая эквивалентная мощность, %	9,9±1,2	19,4±3,6	19,7 ±3,15	20,51	26,0	<0,001
Количество раствора, мл	33,5±4,1	78,5 ±10,9	81±9,1	39,74	34,4	<0,001

Примечание. T_{1-2} , T_{1-3} – сравнение показателей 1-й и 2-й, 1-й и 3-й групп.

Таблица 31 - Интраоперационные показатели на этапе при высокой плотности катаракты, $M \pm \sigma$

<i>Параметры</i>	<i>СЛТ + ФЛАФЭК +ТК</i>	<i>ФЭК</i>	<i>СЛТ+ФЭК</i>	T_{1-2}	T_{1-3}	P
Время ультразвука, с	66,2±8,1	95,9±5,6	92,7±3,4	28,7	31	<0,001
Общая эквивалентная мощность, %	20,6±3,2	22,8±2,7	23,7±2,4	4,8	10,2	<0,001
Количество раствора, мл	52,0±12,5	92±7,5	89,7±9,3	26,5	23,7	<0,001

Сравнение данных показывает, что фемтоассистенция значительно снижает ультразвуковую нагрузку и делает факохирургию более щадящей, по сравнению с ФЭК.

Количество послеоперационных реакций в данном исследовании было выше в тех случаях, когда ФЭК не сопровождалась фемтоассистенцией. Соотношение роговичных реакций у пациентов основной и контрольных групп составило 17%, 25% и 24% соответственно, что наглядно продемонстрировано на рисунке 27.

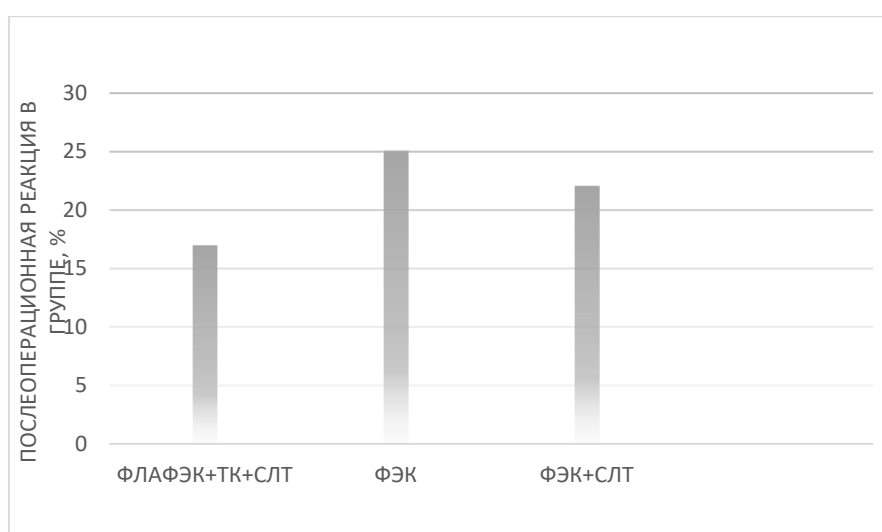


Рисунок 27 - Послеоперационная реакция в основной и контрольных группах исследования, %

При рассмотрении балльной оценки послеоперационной реакции обращает на себя внимание, что различие между средними значениями в группах низкой плотности катаракт основной и контрольных группах недостоверно ($p > 0,05$): $0,03 \pm 0,027$ балла, $0,077 \pm 0,042$ и $0,071 \pm 0,048$ балла. Однако при высокой плотности катаракт выявлено достоверное различие между средними значениями балльной оценки основной и группой ФЭК, а также между основной и группой СЛТ+ФЭК: $0,23 \pm 0,09$ и $0,78 \pm 0,15$ и $0,23 \pm 0,09$ и $0,66 \pm 0,14$ баллов, соответственно ($p < 0,05$).

Таким образом, в группе ФЛАФЭК процент осложнений ниже, чем в группах ФЭК без фемтоассистенции, что говорит в пользу ФЛАФЭК.

При оценке безопасности выполняемых процедур проводилось мониторингирование ПЭК по данным электронной микроскопии. Отмечено, что показатели ПЭК достоверно отличались от исходных значений и составляли 7,7% ($t=5,28$; $p<0,05$), 8,9% ($t=4,17$; $p<0,05$) и 8,6% ($t=2,2$; $p<0,05$) в основной и контрольных группах соответственно, однако находились в пределах значений, описанных в литературе. Отличия между группами не были достоверными ($p>0,05$).

Таким образом, при выполнении ФЛАФЭК в ходе операции энергетические затраты достоверно ниже, а в послеоперационном периоде реже встречаются роговичные реакции, как проявление осложнений. Наиболее актуально это в подгруппах высокой плотности хрусталика, когда предполагается более длительное вмешательство и большие энергетические затраты. При этом четкое дозирование лазерной энергии позволяет достичь оптимально эффективных параметров лазера и минимизировать интраоперационную травматизацию тканей глазного яблока.

Один из предполагаемых механизмов в достижении гипотензивного эффекта хирургии катаракты – вымывание трабекулярного дебриса. В основной группе исследования был выполнен гидродинамический ТК. Во всех группах выполнялся колориметрический анализ среднего цвета Шлеммова канала до и после комплексного лечения. Исследование показало достоверное изменение цвета в группах выполнения СЛТ (основной и второй контрольной группы, ($t>2,0$; $p<0,05$) и недостоверное в группе выполнения изолированной ФЭК.

Также отмечено, что в ходе ТК достоверно изменяется только цвет в зоне наличия ПЭМ при введении и вымывании красителя ($p<0,05$), что говорит об удалении ПЭМ в ходе манипуляции.

Следующий критерий сравнения в группах исследования – гипотензивный эффект вмешательства. Данные приведены в таблице 32.

Таблица 32 - Тоннографические показатели исследуемых групп до и через 2 года после лечения, $M \pm \sigma$

Группа	P_0			С		
	До лечения	После лечения	Δ , %	До лечения	После лечения	Δ , %
СЛТ+ФЛАФЭК +ТК	23,6±3,2	15,3±2,1	35,2	0,12 ± 0,03	0,18±0,05	50
ФЭК	22,8±2,2	19,4±2,6	14,9	0,13 ± 0,02	0,13±0,03	0
СЛТ+ФЭК	22,3±3,6	17,6±2,4	21,8	0,13 ± 0,02	0,14±0,03	7,7

Из представленных данных видно, что через 2 года достоверный ($t > 23,02$; $p < 0,001$) и наиболее выраженный и стойкий гипотензивный эффект отмечается в основной группе исследования, т.е. в случаях выполнения СЛТ до хирургического лечения катаракты и ТК в рамках хирургии катаракты. В группах ФЭК ($t = 8,12$; $p < 0,05$) и СЛТ+ФЭК ($t = 9,4$; $p < 0,001$) гипотензивный эффект ниже в сравнении с основной группой.

Показатели оттока ВГЖ достоверно улучшились после проведения комплексной терапии в основной группе исследования ($t = 10,76$; $p < 0,05$), незначительно улучшились в группе СЛТ+ФЭК ($t = 2,54$; $p < 0,05$) и не изменились у пациентов группы ФЭК ($p > 0,05$).

Если рассмотреть динамику показателей истинного ВГД поэтапно, то обращает на себя внимание преимущественное снижение ВГД после этапа СЛТ на фоне медикаментозного лечения – на 39% ($t = 23,02$; $p < 0,001$) от исходных значений. Последующий этап ФЛАФЭК с имплантацией ИОЛ и трабекулоклинингом позволил получить дополнительный гипотензивный эффект -7,6% (с $14,4 \pm 1,8$ до $13,3 \pm 2,3$ мм рт.ст). Через 2 года общее снижение истинного ВГД в группе составило 35,2% ($t = 23,0$; $p < 0,001$). Коэффициент легкости оттока внутриглазной жидкости достоверно увеличился после выполнения первого этапа лечения – СЛТ и составил $0,16 \pm 0,03$ мм³/мм

рт.ст.*мин против $0,12 \pm 0,03$ (33,3%). После ФЛАФЭК с трабекулоклинингом отмечено дополнительное улучшение коэффициента С до $0,2 \pm 0,04$ мм³/мм рт.ст.*мин, к концу наблюдения до $0,18 \pm 0,05$ мм³/мм рт.ст.*мин, что соответствует общему улучшению на 50 % ($t=14,3$; $p<0,001$) от исходных значений. Достоверное улучшение показателей коэффициента легкости оттока внутриглазной жидкости после выполнения ФЛАФЭК с ТК подтверждает очищение УПК от трабекулярного дебриса, а именно, псевдоэксфолиативного материала.

При этом во второй контрольной группе исследования, в которой хирургия катаракты не сопровождалась ТК, достоверное снижение истинного ВГД отмечено после СЛТ (от исходных значений составило 35,9% (с $22,3 \pm 3,6$ до $14,3 \pm 2,2$ мм рт.ст., ($p<0,001$), дополнительного снижения офтальмотонуса после ФЭК не отмечено. Через 2 года ВГД в группе составило $17,6 \pm 2,4$ мм рт.ст. что соответствует снижению на 21,1% от исходных значений ($t=21,8$; $p<0,001$). Коэффициент С также достоверно улучшился после СЛТ с $0,13 \pm 0,02$ до $0,17 \pm 0,02$ мм³/мм рт.ст.*мин ($p<0,05$), достоверно не изменился после ФЭК ($p>0,05$). К концу срока наблюдения значение составило $0,14 \pm 0,03$ мм³/мм рт.ст.*мин – 7,7% от исходного ($t=2,54$; $p<0,001$). Таким образом, при отсутствии этапа ТК значимого снижения ВГД и улучшения коэффициента легкости оттока жидкости не отмечено.

В первой контрольной группе отмечен умеренный гипотензивный эффект от ФЭ (с $18,6 \pm 2,4$ до $17,5 \pm 2,2$ мм рт.ст. через 1 месяц после ФЭК; $t=2,7$; $p<0,05$). К концу срока наблюдения P_0 составило $19,4 \pm 2,6$ мм рт.ст. против $22,8 \pm 2,2$ мм рт.ст., на 18,75% ниже исходного значения ($t=8,12$; $p<0,001$). Коэффициент легкости оттока внутриглазной жидкости после ФЭК не изменился по сравнению с предоперационными значениями, как и во второй группе ($p>0,05$).

Эффективность лечения при глаукоме также определяется объемом гипотензивной терапии и необходимостью антиглаукомных хирургических вмешательств. Согласно данным наблюдений, через 2 года после лечения в

основной группе была выполнена повторная СЛТ в 6% случаев (7 глаз), во второй контрольной группе в 18% случаев (14 глаз). В группе изолированной ФЭК для достижения уровня индивидуального ВГД после 2 лет наблюдений пациентам, кроме усиления медикаментозного гипотензивного лечения, была выполнена СЛТ на 47 глазах (74,3% случаях).

Отмена гипотензивных препаратов стала возможной в основной группе у 30 пациентов (30 глаза, 27%), после СЛТ+ФЭК в 5,3% случаев (4 глаза). У пациентов основной группы индивидуальный уровень внутриглазного давления был достигнут на монотерапии у 53 пациентов, 47,8%; в группе ФЭК – 11 глаз, 17,2%, в группе СЛТ+ФЭК у 41 пациентов, 53,9%.

Среднее количество инстилляций в основной группе исследования снизилось с $3,4 \pm 0,82$ капли в сутки на начало наблюдения до $1,96 \pm 1,1$ капли в сутки через 2 года ($t=11,41$; $p<0,001$). Во второй контрольной группе исходно на медикаментозной терапии среднее количество инстилляций было $3,5 \pm 0,89$ капли в сутки ($M \pm \sigma$), через 2 года - $2,7 \pm 1,19$ капли в сутки, ($t=4,65$; $p<0,001$). В группе ФЭК через 2 года среднее количество инстилляций достоверно не изменилось и составило $3,65 \pm 0,75$ капли в сутки, против $3,59 \pm 0,8$ капли в сутки ($t=0,45$; $p>0,05$).

В основной группе исследования через 2 года наблюдений по сравнению с данными через 12 мес. после лечения достоверных изменений в динамике клинико-функциональных показателей (МКОЗ, MD, PSD, ПСЧС, ССЧС) не выявлено ($p>0,05$) – отмечалась стабилизация зрительных функций на фоне достижения индивидуальной нормы офтальмотонуса.

В группе СЛТ+ФЭК через 2 года наблюдений достоверных изменений в динамике МКОЗ по сравнению с данными через 12 мес. после лечения не выявлено ($p>0,05$). При анализе показателей периметрии через 2 года наблюдений достоверных изменений от исходных значений (MD, PSD, ПСЧС, ССЧС) не выявлено ($p>0,05$) – отмечалась стабилизация зрительных функций на фоне достижения уровня толерантного офтальмотонуса.

В группе ФЭК за 2 года наблюдений отмечалось достоверное расширение площади экскавации ДЗН от исходного значения $0,81 \pm 0,22 \text{ мм}^2$ до $0,9 \pm 0,19 \text{ мм}^2$ ($t=2,5$; $p<0,05$), а также отмечено ухудшение показателей статической периметрии от исходных значений MD ($t=6,0$; $p<0,001$), PSD ($t=7,9$; $p<0,001$), ПСЧС ($t=2,2$; $p<0,05$), ССЧС ($t=4,2$; $p<0,001$), что было связано с повышением офтальмотонуса выше уровня толерантного давления.

Исследование индекса интолерантности показало статистически достоверные отличия между группами. При этом в основной группе значение ВГД было ниже уровня толерантного ВГД, I int составил $-1,2 \pm 0,8 \text{ мм рт.ст.}$ против $6,7 \pm 2,1 \text{ мм рт.ст.}$ от исходных значений ($M \pm \sigma$; $t=37,1$; $p<0,001$). Во второй контрольной группе отмечено снижение офтальмотонуса до уровня индивидуально переносимого ВГД, I int составил $0,2 \pm 1,1 \text{ мм рт.ст.}$ против $5,7 \pm 2,4 \text{ мм рт.ст.}$ исходно ($M \pm \sigma$; $t=18,6$; $p<0,001$). В группе ФЭК через 2 года наблюдения отмечено достоверное снижение индекса интолерантности с $6,3 \pm 2,3 \text{ мм рт.ст.}$ до $2,9 \pm 1,2 \text{ мм рт.ст.}$, однако офтальмотонус был выше толерантных значений ($t=10,7$; $p<0,001$).

Таким образом, современные возможности хирургии катаракты расширяются с применением фемтолазер-ассистенции на основных этапах операции: от роговичных разрезов, капсулорексиса до факофрагментации. При этом минимизируется количество энергии ультразвука, требуемое для выполнения факоэмульсификации катаракты. Предварительное выполнение СЛТ направлено на снижение повышенного офтальмотонуса за счет фототермолизиса пигментных гранул в Шлеммовом канале и последующее улучшения оттока ВГЖ. Использование щадящей методики ТК на основе гидродинамической хирургии с тщательным удалением псевдоэкзоэпителиального материала из УПК позволяет улучшить гидродинамические показатели глаза и сохранить трабекулярный путь оттока водянистой влаги у больных с начальной стадией ПОУГ и катарактой. Поэтому комплексное применение лазерной, ультразвуковой и гидродинамической хирургии при комбинированном лечении начальной

стадии ПОУГ и катаракты на фоне ПЭС является с клинической точки зрения патогенетическим лечением.

Анализ данных демонстрирует значительное снижение истинного ВГД и улучшение показателей оттока ВГЖ у пациентов основной группы, которым было выполнено комплексное энергетическое хирургическое лечение. В контрольных группах гипотензивный эффект ниже. Коэффициент легкости оттока внутриглазной жидкости в группах, где ТК не выполнялся после хирургии катаракты достоверно не изменился.

Комплексное энергетическое хирургическое лечение начальной стадии первичной открытоугольной глаукомы и катаракты на фоне псевдоэксфолиативного синдрома на основе применения модифицированных лазерной, гидродинамической и ультразвуковой методик демонстрирует значимый гипотензивный эффект, а также минимизирует травматизацию тканей глазного яблока на этапах факоэмульсификации катаракты, что особенно актуально при наличии плотных катаракт на фоне ПЭС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одна из главных причин слепоты и слабовидения сегодня-глаукома. Количество больных, страдающих данным заболеванием, превышает 60 млн человек. Подавляющее большинство случаев глаукомы в современном мире представлено ПОУГ [199,218]. Повышение ВГД при данной патологии приводит к необратимым нарушениям зрительного нерва и, как следствие, слепоте. Развитие глаукомы часто сопровождается прогрессированием катаракты - от 17,0 до 38,6%, что, в свою очередь снижает зрительные функции [13]. Еще одной патологией, осложняющей течение глаукомы в 20-50% случаев, является ПЭС [13,61,131,210,217]. ПЭС приводит к нарушению гидродинамики глаза, способствуя развитию глаукомного процесса, а также разрушению связочного аппарата хрусталика, изменениям капсульной сумки и, следовательно, развитию катаракты [1,31,60,78].

Поиск методик лечения глаукомы актуален и сегодня. Одним из наиболее безопасных методов, способствующих сохранению существующих путей оттока ВГЖ, признана СЛТ. Методика основана на механизме фототермолизиса пигментных гранул [164]. Также в литературе описан гипотензивный эффект ФЭК, механизм которого, согласно мнению исследователей, может быть связан с изменением топографо-анатомических соотношений структур переднего отрезка глазного яблока, увеличением оттока ВГЖ на 48-59% [55,75,86,114,151]. Еще одна процедура, описанная еще в 90х годах прошлого века – трабекулоклининг – оказывает гипотензивный эффект за счет вымывания ПЭМ [56,128,146]. Метод разрабатывался как изолированный, не привязанный к другим хирургическим процедурам и был предложен к применению у пациентов с открытоугольной глаукомой и ПЭС. Далее авторы модифицировали технологию, и сегодня под термином трабекулоклининг следует понимать методику тщательной аспирации трабекулярного дебриса в рамках проведения ФЭК [14,30,51,90,128,158].

Учитывая то, что каждый из описанных механизмов в той или иной мере реализует идею сохранения и восстановления функций трабекулярной сети, объединение представленных методик могло бы не только изолированно решать проблему катаракты и глаукомы, но и способствовать суммированию гипотензивного эффекта.

В связи с этим, целью данной работы стала разработка комплексной технологии лечения пациентов с ПОУГ и катарактой на фоне ПЭС, на основе применения модифицированных лазерной, гидродинамической и ультразвуковой хирургии.

Для реализации поставленной цели были сформированы следующие задачи: анализ результатов лечения пациентов с ПОУГ и катарактой на фоне ПЭС методами изолированной ФЭК и ФЭК с предварительной СЛТ; разработка акустического метода определения плотности хрусталика для выбора энергетических параметров при выполнении фемтолазер-ассистенции на этапе ФЭК; определение взаимосвязи между акустической и механической плотностью хрусталика для объективизации данных о плотности катаракты; разработка алгоритмов диагностики, подготовки пациентов и выполнения комплексного энергетического лечения при применении модифицированных лазерной, гидродинамической и ультразвуковой хирургии на основе выполнения СЛТ и ФЛАФЭК с имплантацией ИОЛ, включая гидродинамический ТК; оценка эффективности и безопасности предложенной комплексной технологии лечения.

В исследование были включены 251 пациент (251 глаз) с ПОУГ, катарактой и ПЭС в возрасте от 64 до 81 лет. Из них 117 мужчин и 134 женщины. Пациенты были разделены на 3 группы. В основную группу вошли пациенты, которым была выполнена СЛТ, через 1 месяц была выполнена ФЛАФЭК с имплантацией ИОЛ. В первую контрольную группу вошли пациенты, которым была выполнена только ФЭК с имплантацией ИОЛ. Во вторую контрольную группу вошли пациенты, которым через месяц после СЛТ была выполнена ФЭК с имплантацией ИОЛ. У всех пациентов была

диагностирована глаукома в начальной стадии и слабость связочного аппарата, подтвержденная данными УБМ, не превышающая 1 степени сублюксации хрусталика.

Пациенты наблюдались до 2 лет после комплексного лечения.

Всем пациентам проводилось комплексное предоперационное обследование: визометрия, статическая периметрия, оптическая когерентная томография ДЗН, тонометрия, тонография, эндотелиальная микроскопия, ультразвуковая биометрия и биомикроскопия.

В рамках предоперационного обследования пациентам основной и второй контрольной групп проводилось исчисление акустической плотности хрусталика методом УБМ на приборе Sonomed Vu Max (США) с датчиком 35 МГц. Для объективизации данных о плотности катаракты, на доклиническом этапе с помощью специально разработанной установки, была выполнена факодеструктивная динамометрия, в ходе которой определяли значение силы, необходимой для разрушения ткани хрусталика различной степени плотности. На основании полученных результатов был проведен корреляционный анализ между акустической плотностью катаракты и значением силы, необходимой для разрушения хрусталика, подтвердивший диагностическую ценность ультразвуковой биомикроскопии глаза для определения плотности катаракты. На основании данных о плотности хрусталика, в дальнейшем, у пациентов, которым выполнялась фемтолазер-ассистенция, осуществлялся подбор энергии фемтолазера для выполнения факофрагментации.

После предварительного назначения гипотензивной терапии, пациентам основной и второй контрольной групп выполнялась СЛТ. Использовалась комбинированная лазерная система SLT&YAG Tango, ELLEX. Диаметр пятна 400 мкм, продолжительность импульса – 3 нс. Энергию лазера подбирали начиная с 0,8 мДж с постепенным уменьшением с шагом в 0,1 мДж до уровня минимальной энергии, вызывающей образование «пузырьков шампанского» и, затем, снижая энергию на 0,1 мДж продолжали лазерное вмешательство. Наносили 50-70 неперекрывающихся

лазерных импульсов вдоль плоскости трабекулярной мембраны на протяжении 180 градусов.

Согласно мнению авторов, СЛТ является эффективной и безопасной процедурой, позволяющей достичь стойкого гипотензивного эффекта в пределах 6,9-35,9% от исходных значений на длительный период времени [102,112,116,118,121,123,126,127,134,138,140,155,156,167,169,180,182-184,191,207,211,219]. Также отмечается достоверное улучшение коэффициента легкости оттока внутриглазной жидкости [109,122,132,138,166,205]. В данном исследовании в основной группе после выполнения СЛТ истинное внутриглазное давление снизилось на 21,3% от предоперационных значений P_0 и на 39% от исходных значений офтальмотонуса ($p < 0,05$). При этом отмечалось достоверное улучшение показателя коэффициента легкости оттока внутриглазной жидкости на 33,3% - с 0,12 до 0,16 мм³/мм рт.ст.*мин ($p < 0,05$). Во второй контрольной группе дополнительный гипотензивный эффект от СЛТ составил 21%, а снижение истинного ВГД от исходных значений составило 35,9% ($p < 0,05$). Значение коэффициента С увеличилось на 30,7% ($p < 0,05$). Полученные значения внутриглазного давления находились в пределах описанного в литературе гипотензивного эффекта от 6,9 до 35,9% снижения ВГД после выполнения СЛТ [41,46,53,69,126,140,155,156,167,169,175,178, 191,211,231].

Вторым этапом выполнялась хирургия катаракты. Одним из значимых компонентов хирургии у пациентов первой группы стал ТК. Согласно данным литературы, трабекулоаспирация вызывает обеднение пигментации в УПК, что заметно при гониоскопии [146-149]. Поскольку одной из поставленных задач в данном исследовании было максимально возможное очищение трабекулярной сети от трабекулярного дебриса, включая пигментные гранулы и ПЭМ, и визуально это проявляется обеднением окраски исследуемых структур, требовалась разработка методов контроля удаления трабекулярного дебриса. С этой целью разработан метод интраоперационного окрашивания ПЭМ для его максимально полного удаления в ходе ТК и метод

колориметрического анализа окрашенных структур. Для этого пациентам интраоперационно внутрикамерно вводился краситель до и после факоэмульсификации, контроль осуществлялся с помощью интраоперационной гониолинзы, а оценка окрашивания структур - с помощью колориметрического анализа фоторегистрационных данных. Показатели колориметрического анализа R,G,B оценивались по шкале от 0 до 255 (от темного к светлому), рассчитывались изменения степени окрашивания структур угла передней камеры глаза, их значения сравнивались между собой с помощью графического редактора Paint. Во всех группах выполнялся колориметрический анализ среднего цвета Шлеммова канала до и после комплексного лечения. Исследование показало, что средний цвет исследуемой зоны, а именно в зоне трабекулярной мембраны в условиях окрашивания, стал достоверно светлее после проведения ТК у пациентов основной группы ($p < 0,05$). Это говорит о эффективном вымывании окрашенного ПЭМ. Сравнение пигментации Шлеммова канала до и после комплексного лечения показало достоверное уменьшение пигментации в группах СЛТ+ФЛАФЭК+ТК и СЛТ+ФЭК ($t > 2,0$; $p < 0,05$) и недостоверное в группе ФЭК.

Процедура ФЭК при осложняющей патологии требует щадящего подхода. Согласно мнению ряда авторов, автоматизация ряда этапов ФЭК, а именно фемтолазер- ассистенция, имеет целью минимизацию возможной травматизации тканей в ходе операции [221,237,240]. Для большей эффективности процедуры ФЛАФЭК важен тщательный подбор параметров применяемой энергии. При выполнении фемтолазер-ассистенции использовали фемтолазер LenSx (Alcon, США). Пациентам основной группы выполнялся подбор параметров энергии лазера на основе степени акустической плотности катаракты, рассчитанной по УБМ. Оценка правильности подбора проводилась по признаку полного либо неполного дорезывания на этапах факофрагментации. В литературе нет данных о подборе энергии лазера на основе данных об акустической плотности катаракты.

Пациенты основной и контрольных групп были условно разделены на подгруппы по признаку плотности катаракты, согласно предварительным исследованиям. При проведении сравнительной оценки эффективности хирургии катаракты в группах исследования оценивали показатели ультразвука и количество жидкости, затраченной в ходе факоэмульсификации катаракты. Исследование показателей в подгруппе низкой плотности катаракты показало, что наименьшее время работы ультразвука отмечалось у пациентов основной группы, т.е. при дополнительной фемтолазерной ассистенции ($p < 0,001$). В основной группе показатель составил в среднем $20,5 \pm 6,6$ с, тогда как в группах СЛТ+ФЭК и ФЭК был равен $56,1 \pm 5,6$ и $54,7 \pm 6,7$ с соответственно. Показатели общей эквивалентной мощности ультразвука также были ниже в основной группе ($9,9 \pm 1,2\%$ против $19,7 \pm 3,15$ ($t=26$; $p < 0,001$) и $19,4 \pm 3,6\%$ ($t=20,5$; $p < 0,001$). Количество сбалансированного солевого раствора, затраченного при проведении ФЭК в основной группе было значительно меньше, чем в обеих контрольных группах - $33,5 \pm 4,1$ мл против $81 \pm 9,1$ мл ($t=40,68$; $p < 0,001$) и $78,5 \pm 10,9$ ($t=34,37$; $p < 0,001$).

При рассмотрении интраоперационных показателей в подгруппах высокой плотности катаракты отмечено, что меньшее время работы ультразвука в группе ФЛАФЭК ($66,2 \pm 8,1$ с; $p < 0,001$), большее время потребовалось для факофрагментации катаракт высокой плотности, не подверженных предварительной фемтолазерной фрагментации у пациентов контрольных групп : $92,73 \pm 3,4$ с ($t=30,74$; $p < 0,001$) в группе СЛТ+ФЭК и $95,9 \pm 5,6$ с ($t=28,7$; $p < 0,001$) в группе ФЭК . Количество затраченной жидкости также было ниже в основной группе ($p = < 0,001$).

Энергетические показатели на этапах хирургии катаракты влияли на частоту послеоперационных воспалительных реакций. Соотношение роговичных реакций у пациентов основной группы, групп СЛТ+ФЭК и ФЭК составило 17%, 24% и 25% соответственно. Таким образом, в группе ФЛАФЭК процент осложнений ниже, чем в группах ФЭК не сопровождавшихся фемтолазерной ассистенцией на этапах фрагментации ядра. Балльная оценка

послеоперационной реакции в случаях катаракт низкой плотности не показала достоверных отличий ($p>0,05$). В случаях катаракт высокой плотности отмечено достоверно меньшее количество послеоперационных реакций в основной группе исследования ($p<0,001$) при сравнении с контрольными группами.

Исходя из исследования, фемтоассистенция действительно снижает энергетическую нагрузку на этапах фемтоассистенции.

После проведения комплексного лечения оценивались тонографические показатели. Согласно данным литературы, гипотензивный эффект изолированной факоэмульсификации составляет 13-48% от исходных значений [53,73,113,149].

Согласно данного исследования, в группе изолированной ФЭК истинное ВГД достоверно снизилось с $22,8\pm 2,2$ до $19,4\pm 2,6$ мм рт. ст. от исходных значений или с $18,6\pm 2,4$ до $17,5\pm 2,2$ мм рт. ст., на 6% ($t=2,7$; $p<0,05$) после операции. Через 2 года - $19,4\pm 2,6$ мм рт. ст. или 14,9% ($t=8,12$; $p<0,001$) от исходных значений. Коэффициент легкости оттока внутриглазной жидкости достоверно не изменился ($p>0,05$).

Во второй контрольной группе исследования дополнительный гипотензивный эффект после ФЭК составил 21% (P_0 снизилось с $18,1 \pm 2,9$ до $14,3 \pm 2,2$ мм рт.ст.), через 12 месяцев он составил 33,6% (с $22,3\pm 3,6$ до $14,8\pm 1,8$) от исходных значений офтальмотонуса, а через 2 года наблюдения 21,1% (с $22,3\pm 3,6$ до $17,6\pm 2,4$ мм рт.ст. ($t=9,4$; $p<0,001$).

Коэффициент С увеличился на 30,8% (с $0,13 \pm 0,02$ до $0,17 \pm 0,03$ мм³/мм рт.ст.*мин) после СЛТ ($p<0,05$), достоверно не изменился после ФЭК ($p>0,05$) и составил $0,14\pm 0,03$ против $0,13 \pm 0,02$ мм³/мм рт.ст.*мин. Через 2 года улучшение было только на 7,2% от исходных значений ($t=2,54$; $p<0,001$).

В литературе встречаются данные о том, что при глаукоме на фоне ПЭС более эффективно снижение ВГД достигается с применением методик трабекулоаспирации. Гипотензивный эффект при этом может составлять от 20 до 64% [128,130,149-149]. В данном исследовании дополнительный

гипотензивный эффект после выполнения фемтолазер-ассистированной факоэмульсификации, включавшей трабекулоклининг через 1 месяц после операции составил 7,6% (с 14,4 до 13,3 мм рт.ст.), коэффициент легкости оттока водянистой влаги увеличился на 25% - с $0,16 \pm 0,03$ мм³/мм рт.ст.*мин до $0,2 \pm 0,04$ мм³/мм рт.ст.*мин. Гипотензивный эффект через 12 месяцев составил 36,9% от исходных значений истинного офтальмотонуса: с $23,6 \pm 3,2$ мм рт.ст. до $14,9 \pm 2,1$ мм рт. ст. ($p < 0,001$), а через 2 года наблюдений - 35,2% ($t=23,0$; $p < 0,001$) от исходных значений (с $23,6 \pm 3,2$ мм рт.ст. до $15,3 \pm 2,1$ мм рт.ст.). Коэффициент легкости оттока водянистой влаги через 2 года улучшился на 50% (с $0,12 \pm 0,03$ до $0,18 \pm 0,05$ мм³/мм рт.ст.*мин, ($t=14,3$; $p < 0,001$).

Среднее количество инстилляций, согласно данным литературы, может снижаться на 12-35% [113,128]. В основной группе исследования значение снизилось с $3,4 \pm 0,82$ капли в сутки на начало наблюдения до $1,96 \pm 1,1$ капли в сутки через 2 года ($M \pm \sigma$). Во второй контрольной группе исследования исходно на медикаментозной терапии среднее количество инстилляций было $3,5 \pm 0,89$ капли в сутки ($M \pm \sigma$), через 2 года - $2,7 \pm 1,19$ капли в сутки, ($M \pm \sigma$). В группе ФЭК среднее количество инстилляций после хирургического лечения достоверно не изменилось и через 2 года составило $3,65 \pm 0,75$ капли в сутки, против $3,59 \pm 0,8$ капли в сутки ($M \pm \sigma$).

Отмена гипотензивных препаратов, по данным литературы, может наблюдаться до 61% случаев [128,149]. В основной группе данного исследования отмена гипотензивных препаратов стала возможной при достижении индивидуального ВГД у 30 пациентов (30 глаза, 27%), во 2-й группе – в 5,3% случаев (4 глаза). Через 2 года на монотерапии после СЛТ+ФЛАФЭК+ТК находились 53 пациентов, 47,8%; после СЛТ+ФЭК у 41 пациентов, 53,9%, и после ФЭК – 11 глаз, 17,2%.

В основной группе исследования через 2 года наблюдений по сравнению с данными через 12 мес. после лечения достоверных изменений в динамике клинико-функциональных показателей (МКОЗ, MD, PSD, ПСЧС,

ССЧС) не выявлено ($p > 0,05$) – отмечалась стабилизация зрительных функций на фоне достижения индивидуальной нормы офтальмотонуса в 97,3% случаев.

Во второй, контрольной группе исследования, через 2 года наблюдений достоверных изменений в динамике МКОЗ по сравнению с данными через 12 мес. после лечения не выявлено ($p > 0,05$). При анализе показателей периметрии через 2 года наблюдений достоверных изменений от исходных значений (MD, PSD, ПСЧС, ССЧС) не выявлено ($p > 0,05$) – отмечалась стабилизация зрительных функций на фоне достижения P_{0t1} в 81,6% случаев.

В группе ФЭК за 2 года наблюдений отмечалось достоверное расширение площади экскавации ДЗН от исходного значения $0,81 \pm 0,22$ мм² до $0,9 \pm 0,19$ мм² ($t=2,5$; $p < 0,05$), а также отмечено ухудшение показателей статической периметрии от исходных значений MD ($t=6,0$; $p < 0,001$), PSD ($t=7,9$; $p < 0,001$), ПСЧС ($t=2,2$; $p < 0,05$), ССЧС ($t=4,2$; $p < 0,001$), что было связано с повышением офтальмотонуса выше уровня толерантного давления. Стабилизация зрительных функций отмечалась только в 26,6% случаев.

Известно, что дистрофические изменения при ПЭС могут охватывать ткани роговицы [63,78]. Энергетические вмешательства также могут сопровождаться потерей клеток эндотелия. Так потери клеток эндотелия после ФЭК могут составлять от 6,7 до 12,9% по данным разных авторов, а при ФЛАФЭК этот показатель может составлять от 1,4 до 8,5% [160,187,200,237,238,240]. С целью оценки безопасно проводимых процедур на всех этапах лечения проводился мониторинг ПЭК. В данном исследовании ПЭК уменьшилась на 8,9% ($t=4,17$; $p < 0,05$), 8,6% ($t=2,2$; $p < 0,05$) и 7,7% ($t=5,28$; $p < 0,05$) в 1-й, 2-й и 3-й группах исследования, но находилась в пределах значений, представленных в литературе и достоверно не отличалась при сравнении групп ($p > 0,05$).

Таким образом, разработанная комплексная технология с применением лазерной, ультразвуковой и гидродинамической хирургии при лечении начальной стадии ПОУГ и катаракты на фоне ПЭС, включающая в себя диагностический алгоритм отбора пациентов по комплексной клинико-

функциональной оценке показателей гидродинамики глаза, периметрии, оптической когерентной томографии диска зрительного нерва и сетчатки, предоперационной оценке эффективности медикаментозного гипотензивного лечения по достижению индивидуального уровня внутриглазного давления и выполнение селективной лазерной трабекулопластики, фемтолазер-ассистированной факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ, включая гидродинамический трабекулоклининг, позволяет снизить внутриглазное давление до индивидуального уровня, улучшить показатели гидродинамики глаза, сохранить естественные пути оттока внутриглазной жидкости и стабилизировать динамику зрительных функций без применения технологий инвазивной антиглаукомной хирургии.

ВЫВОДЫ

1. При выполнении ФЭК с имплантацией ИОЛ у больных с начальной стадией ПОУГ на фоне ПЭС стабилизация зрительных функций и морфометрических показателей диска зрительного нерва в течение 2 лет наблюдений отмечена в 26,6% достижение индивидуального уровня внутриглазного давления без применения гипотензивных лекарственных препаратов не отмечено, через 2 года наблюдений гипотензивный эффект составил 14,9%.

2. На основе клинико-экспериментальных исследований разработан способ определения акустической плотности хрусталика по данным ультразвуковой биомикроскопии. Установлено, что при акустической плотности свыше 34 дБ – катаракты следует относить к высокой плотности. Разработан алгоритм выбора энергетических параметров при выполнении фемтолазер-ассистенции на этапе факоэмульсификации катаракты, при котором выбор уровня энергии основывается на акустической плотности хрусталика. Установлено, что при выполнении фемтолазер-ассистенции на аппарате «LenSx» («Alcon», США) наилучшая эффективность в виде полной степени дорезывания при фемтофакофрагментации катаракт средней плотности достигается при применении режима Medium (8 мкДж), при высокой плотности катаракт – режима Hard (10 мкДж).

3. Разработан способ факодеструктивной динамометрии и установлена сильная корреляционная связь ($r_{x/y}=0,98$) между акустической плотностью хрусталика и силой, требуемой для его разрушения.

4. Разработан способ эффективного удаления псевдоэксфолиативного материала с трабекулярной мембраны на основе гидродинамического трабекулоклининга с колориметрическим анализом окрашенных структур угла передней камеры.

5. Определены критерии отбора пациентов для разработанной комплексной технологии хирургического лечения пациентов с начальной

стадией первичной открытоугольной глаукомы и катарактой на фоне псевдоэксфолиативного синдрома на основе модифицированных лазерной и ультразвуковой, а также гидродинамической хирургии: открытый угол передней камеры глаза, умеренная или выраженная степень пигментации Шлеммова канала, снижение повышенного офтальмотонуса до уровня индивидуального ВГД на фоне медикаментозного гипотензивного лечения.

6. Доказана эффективность и безопасность разработанной технологии комплексного энергетического хирургического лечения начальной стадии первичной открытоугольной глаукомы и катаракты на фоне псевдоэксфолиативного синдрома на основе применения модифицированных лазерной, гидродинамической и ультразвуковой методик: применение селективной лазерной трабекулопластики (СЛТ), фемтолазер-ассистированной факоэмульсификации катаракты (ФЛАФЭК) с имплантацией ИОЛ и гидродинамического трабекулоклининга, которая позволяет достигнуть гипотензивного эффекта в 35,2% ($t=23,0$; $p<0,001$) от исходных значений истинного внутриглазного давления, индивидуального уровня внутриглазного давления без применения гипотензивных лекарственных препаратов в 27% случаях, стабилизации зрительных функций и морфометрических показателей диска зрительного нерва в течение 2 лет наблюдений в 97,3% случаев в отличие от методики СЛТ с последующей ФЭК (21,2%; 5,3% и 81,6%, соответственно).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При акустической плотности хрусталика свыше 34 дБ катаракты следует относить к категории плотных.
2. Определены критерии отбора пациентов для разработанной комплексной технологии хирургического лечения пациентов с начальной стадией первичной открытоугольной глаукомы и катарактой на фоне псевдоэксфолиативного синдрома на основе модифицированных

лазерной и ультразвуковой, а также гидродинамической хирургии: открытый угол передней камеры глаза, умеренная или выраженная степень пигментации Шлеммова канала, снижение повышенного офтальмотонуса до уровня индивидуального ВГД на фоне медикаментозного гипотензивного лечения.

3. У пациентов с начальной стадией первичной открытоугольной глаукомы при достижении индивидуального ВГД на фоне медикаментозного гипотензивного лечения без применения инстилляций простагландинов следует первым этапом лечения рекомендуется выполнять селективную лазерную трабекулопластику, а в ходе второго этапа для достижения стойкого гипотензивного эффекта, сохранения естественных путей оттока внутриглазной жидкости проводить фемтолазер-ассистированную факоэмульсификацию катаракты с имплантацией ИОЛ и гидродинамический трабекулоклининг.

4. При фемтолазер-ассистенции на аппарате «LenSx» («Alcon», США) наилучшая эффективность факофрагментации катаракт средней плотности достигается при применении режима Medium (8 мкДж), при высокой плотности – режима Hard (10 мкДж).

5. Для проведения тщательного гидродинамического трабекулоклининга рекомендуется проводить предварительное окрашивание псевдоэксфолиативного материала в углу передней камеры глаза.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АГО – антиглаукомная операция

ВГД – внутриглазное давление

ВГЖ – внутриглазная жидкость

ИОЛ – интраокулярная линза

МКОЗ – максимально скорректированная острота зрения

НКОЗ – некорректированная острота зрения

ОКТ – оптическая когерентная томография

ПОУГ – первичная открытоугольная глаукома
ПЭК – плотность эндотелиальных клеток
ПЭМ – псевдоэксфолиативный материал
ПЭС – псевдоэксфолиативный синдром
СЛТ – селективная лазерная трабекулопластика
СНВС – слой нервных волокон сетчатки
ТК – трабекулоклининг
ФЛАФЭК – фемтолазер-ассистированная факоэмульсификация катаракты
ФЭК – факоэмульсификация катаракты
ФД – факодеструктивная динамометрия
УБМ – ультразвуковая биомикроскопия
УПК – угол передней камеры глаза
НРТ – гейдельбергская ретиномография
 P_0 – истинное внутриглазное давление
 $P_0 t_l$ – толерантное внутриглазное давление
С – коэффициент легкости оттока
F – минутный объем камерной влаги
 P_0/C (кБ) – коэффициент Беккера

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агафонова В.В. Патогенез открытоугольной глаукомы при псевдоэксфолиативном синдроме/ Агафонова В.В., Баринов Э.Ф., Франковска-Герлак М.С. и др. // Офтальмология. - 2010. - № 3. - С. 106-114.
2. Алексеев В.Н. Новые подходы к гипотензивной терапии первичной открытоугольной глаукомы/ В.Н. Алексеев, Е.Б. Мартынова // Портал Consilium Medicum: https://conmed.ru/magazines/consilium_medicum/consilium_medicum-12-2001 ПРИЛОЖЕНИЕ /novye_podkhody_k_gipotenzivnoy_terapii_pervichnoy_otkrytougolnoy_glaukomy /Cons. Medicum (приложение). - 2001. - № 3. - С. 3-9.
3. Аветисов К.С. Оценка возрастных особенностей акустической плотности и биометрических взаимоотношений хрусталика на основе комбинированного ультразвукового исследования/ Аветисов К.С., Маркосян А.Г.// Вестник офтальмологии. - 2013; -129(3). – С. 16-23.
4. Балалин С.В. Надпороговая СЛТ и достижение толерантного внутриглазного давления у больных с первичной открытоугольной глаукомой / Балалин С.В., Фокин В.П.// Вестник ОГУ. - 2011. -14(133). – С. 51-53.
5. Балалин С.В. Надпороговая СЛТ в лечении больных открытоугольной глаукомой на фоне псевдоэксфолиативного синдрома /Балалин С.В., Фокин В.П.//Вестник ТГУ. – 2014.-т.19. - вып.4.-С.1083-1085.
6. Биологическое действие низкочастотного ультразвука. Российская офтальмология онлайн № 5 Практикующему врачу2012-03-13T06:00:38Z, <https://eyeexpress.ru/article.aspx10310>.
7. Бейсекеева Ж.С. Гипотензивный эффект факоэмульсификации катаракты у больных первичной закрытоугольной глаукомой: автореф. дисс. канд. мед. наук: 14.01.07/ Бейсекеева Жулдыз Сериковна-Глазные болезни. Москва. 2014.- 105с.

8. Брежнев А.Ю. Клинический портрет пациента с псевдоэксфолиативным синдромом/Брежнев А.Ю.// Медицинский вестник Башкортостана. - 2015. - Том 10. - № 2. - С.45-47.
9. Гавриленко И.Н. Особенности клиники катаракты при псевдоэксфолиативном синдроме/ Гавриленко И.Н.// - 1989. - Донецк.
10. HYPERLINK "<http://bigmeden.ru/article/Динамометрия>"•HYPERLINK "<http://bighead.rug/article/Динамометрия>"HYPERLINK "<http://bigmeden.ru/article/Динамометрия>" <http://bigmeden.ru/article/%D0%94%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F>
- Большая медицинская энциклопедия.
11. Депутатова А.Н. Сахарный диабет и глаукома/ Депутатова А.Н., Аль-Рашид З.Ж., Бганба И.Д.//Тезисы докладов XXXVIII научной конференции студентов и молодых ученых вузов Южного Федерального округа. - 2010-Краснодар.-С.244-245.
12. Депутатова А.Н. Селективная лазерная трабекулопластика в лечении глаукомы/ Депутатова А.Н., Аль-Рашид З.Ж., Илюхина О.С.// Федоровские чтения: сб. тез. -2011 - М. - С. 300.
- 13.Егоров Е.А. Межнациональное Руководство по Глаукоме. Том 2. Клиника глаукомы/ Егоров Е.А.// - 2016.-184 стр., ил., мягкая обложка.
14. Егорова Э.В. Способ профилактики повышения ВГД у больных с ПЭС и открытоугольной глаукомой при хирургии катаракты малых разрезов/ Егорова Э.В., Иошин И.Э.// 2002г. RU 2 236 203, патент.
- 15.Егорова Е.В. Первый опыт применения шеймпфлюг-изображения для определения оптической плотности хрусталика при фемто-факоэмульсификации катаракты/Егорова Е.В., Пичикова Н.А., Пичикова Е.А. // Вестник ТГУ. – 2015. - Т.20. - вып.3. – С. 561-563.
16. Егорова Э.В. Хирургическая тактика при экстракции катаракты у больных с псевдоэксфолиативным синдромом/ Егорова Э.В., Толчинская А.И., Узунян

Д.Г., Саруханян А.А. Соболев Н.П. //Евроазиатская конф. По офтальмохирургии, 4-я: материалы.-Екатеринбург. – 2006 - С.10-11.

17.Егорова Э.В. Профилактика осложнений при экстракции катаракты у больных с псевдоэкзофолиативным синдромом/ Егорова Э.В., Толчинская А.И., Узунян Д.Г., Саруханян А.А. Соболев Н.П. //Дистрофические заболевания органа зрения: Межд. науч. симпозиум, 14-й.-Одесса. - 2005.- С.3-38.

18.Егорова Э.В. Информативность ультразвуковой биомикроскопии в диагностике ПЭС/Егорова Э.В., Узунян Д.Г., Толчинская А.И., Саруханян А.А // 8 съезд офтальмологов России. Тезисы докладов. – 2005. - М. - С.-278-279

19.Ерошевская Е.Б. Интраокулярная коррекция афакии у больных первичной открытоугольной глаукомой: дисс. Д-ра мед. наук. – Ерошевская Е.Б. Самара, 1997.-240с.

20. Иошин И.Э. Внутрикапсульное кольцо – профилактика осложнений экстракции катаракты при подвывихе хрусталика/ Иошин И.Э., Егорова Э.В. //Офтальмохирургия. - 2002.- №1.-С.25-28.

21. Иошин И.Э. Экспериментальное обоснование имплантации внутрикапсульных колец для профилактики осложнений при экстракции катаракты/ Иошин И.Э., Егорова Э.В.// Офтальмохирургия. -2000. -№4. - С.25-28.

22. Иошин И.Э. Внекапсульная фиксация ИОЛ при патологии хрусталика в осложненных ситуациях: дис.-д-ра мед. наук.-М., 1998.-С.108-119.

23. Иошин И.Э. Особенности применения нестероидных противовоспалительных средств (НПВС) в профилактике отека сетчатки макулярной области после факоемульсификации возрастной катаракты/ Иошин И.Э., Толчинская А.И., Оздербаева А.А. //Российский офтальмологический журнал – 2016.- №2.- С.77-82.

24. Иошин И.Э. Внутрикапсульное кольцо в хирургии катаракты при подвывихе хрусталика (опыт 15 лет имплантации / Иошин И.Э. // Вестник офтальмологии. - 2012.- №2.-С.45-49.

25. Исакова И.А. Качество жизни больных катарактой. Автореф. диссер... канд. Мед. наук/ Волгоград-2010. - 169 с.
26. Информационный бюллетень Всемирной Организации здравоохранения. <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>
27. Заболеваемость всего населения России в 2017г, статистические материалы, часть 2, 2018г, 142 стр. Министерство здравоохранения Российской Федерации, Департамент мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения ФГБУ “\центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения” Минздрава России.
28. Кайра Н.И. Исследование эффективности комбинированного хирургического лечения первичной открытоугольной глаукомы и осложненной катаракты на основе разработанной технологии вакуумной трабекулопластики ab interno. Автореф. дисс...канд. Мед. Наук: 14.01.07. – Москва, 2014. - 23с.
29. Керимова РС. Симптомокомплекс ранних глазных проявлений псевдоэксфолиативного синдрома (клинико-экспериментальное исследование): автореф. дис. ... канд. мед. наук. — М., 2011. - 24 с.
30. Ключникова Е.В. Сравнительная оценка эффективности импульсного и микроимпульсного ультразвука при коаксиальной факоэмульсификации катаракт различной плотности/Ключникова Е.В., Бойко Э.В., Алексеева Н.Ф. // Офтальмохирургия. – 2007. – №1.- С33-37.
31. Колесникова А.В. Результаты факоэмульсификации катаракты при первичной закрытоугольной глаукоме/ Колесникова А.В., Мироненко Л.В., Николаев М.Н., Колесникова М.А., Крупнов Р.Н., Кузьмин А.В., Баренина О.И// Современные технологии в офтальмологии. 2018. - №5(25). - С.48-49.
32. Копаева В.Г., Андреев Ю.В. Лазерная экстракция катаракты/ Копаева В.Г., Андреев Ю.В.//под редакцией Х.П.Тахчиди. Москва. - 2011- 262 с.

33. Копаев С.Ю. Состояние эпителия цилиарного тела после лазерной и ультразвуковой факофрагментации. Электронно-микроскопическое исследование в эксперименте. Сообщение 2/ Копаев С.Ю., Копаева В.Г., Борзенко С.А., Алборова В.У// Офтальмохирургия. - 2014. - №1. - С.15.
34. Коростелёва Н.Ф. Метод определения твёрдости ядра хрусталика/ Коростелёва Н.Ф., Нерсесов Ю.Э// Офтальмохирургия. - 1990.- №1.-С.42-45.
35. Коростелёва Н.Ф. Значение биомикроскопии в определении плотности катаракты перед факоэмульсификацией/ Коростелёва Н.Ф., Марченкова Т.Е. // Вестник офтальмологии. - 1989. - №6. -С.43-45.
36. Краснов М.М. Лазерное лечение первичной открытоугольной глаукомы/ Краснов М.М., Акопян В.С., Ильина Т.С. Вестник офтальмологии, 1982г. N 5, С.-18-22.
37. Кремкова Е.В. Особенности новых возможностей лазерной коррекции первичной открытоугольной глаукомы/ Кремкова Е.В., Новодережкин В.В., Рабаданова М.Г.// Клиническая геронтология. - 2016.-Т.22, N9.-С.41-42.
38. Кудрявцева Ю.В., Физиолого-биохимические факторы, влияющие на механические свойства хрусталика. Автореф. дисс... канд. мед. наук: 03.00.13. Киров, 2004.-119 с.
39. Кудрявцева Ю.В. Определение твердости хрусталика/ Кудрявцева Ю.В., Чупров Ф.Д., Кудрявцев В.А.// Российский журнал биомеханики. - 2011. - Т15. -3(53). С.93-98.
40. Кудрявцева Юлия Владимировна. Катарактогенез и старение хрусталика: коррекция нарушений. Автореф. дисс...доктора наук:14.03.03. Кудрявцева Юлия Владимировна. Нижний Новгород. 2015.- 40 с.
41. Курышева Н.И. Отдаленные результаты СЛТ при псевдоэкзофолиативной глаукоме/ Курышева Н.И., Апостолова А.С., Шаталова Е.О// Глаукома: теории, тенденции, технологии 2013. – С. 192.

42. Курышева Н.И. Селективная лазерная трабекулопластика в лечении псевдоэксфолиативной глаукомы/ Курышева Н.И., Южакова О.И., Трубилин В.Н.// Глаукома. - 2006. - № 1. - С. 20-24.
43. Курышева Н.И. Псевдоэксфолиативный синдром и псевдоэксфолиативная глаукома.-М. - 2008.- С. 62
44. Курышева Н.И. Ультразвуковое исследование хрусталика у больных первичной открытоугольной глаукомой/ Курышева Н.И., Малюта Г.Д., Еричев В.П. //Вестн. офтальмологии. 1997. - № 6. - С. 10-13.
45. Лапочкин А.В. Ферментативный трабекулоклининг в сочетании с факоэмульсификацией катаракты при лечении первичной открытоугольной глаукомы и сопутствующей катаракте/ Лапочкин Андрей Владимирович. Автореф. дисс... канд. Мед. Наук: 14.01.07.- Москва, 2013г. - 25 с.
46. Любимова Т.С. Селективная лазерная активация трабекулы в лечении пациентов с ПОУГ. Любимова Татьяна Сергеевна. Автореф. дисс... кнн:14.01.07.- 2010, Москва. 27с.
47. Макогон С.И. Особенности коморбидности у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой разных возрастных групп/ Макогон С.И., Макогон А.С.// Вестник современной клинической медицины. -2016.- том 19.- вып.6.- С.61-66.
48. Малов В.М. Факоэмульсификация хрусталика как метод лечения больных закрытоугольной глаукомой/ МаловВ.М., Габдрахманов Л.М., Галеев а Ф.С., Ерошевская Е.Б., Малов И.В., Галеев Р.С., Бочкарев С.Ю.// Вестник ОГУ. - 2009.- №12.-С.88-89.
49. Малов И.В. Хирургическое лечение факогенной глаукомы у больных старческой катарактой. Малов Игорь Владимирович. Автореф. док. Дисс.:14.00.08. Самара, 2005. 12с.
- 50.Малов В.М. Распространенность ПЭС, классификация и результаты хирургического лечения больных при подвывихе хрусталика/ Малов В.М., Ерошевская Е.Б., Малов И.В.,Осипова Т.А. // Материалы

докладов на XVIII Всероссийском конгрессе “Экология и здоровье человека”, 10-2013-С. 8-10.

51. Малюгин Б.Э. Хирургия катаракты и интраокулярная коррекция на современном этапе развития офтальмохирургии/ Малюгин Б.Э. // Вестник офтальмологии. – 2014. - № 6, С. 80-89.

52. Малюгин Б.Э. Особенности техники и результаты микроинвазивной факоемульсификации с использованием оригинальной модели внутрикапсульного кольца у пациентов с обширными дефектами связочного аппарата хрусталика/ Малюгин Б.Э., Головин А.В., Узунян Д.Г., Исаев М.А.// Офтальмохирургия. - 2011.- №3.-С. 22-26.

53. Малюгин Б. Э. Влияние факоемульсификации катаракты на уровень внутриглазного давления у пациентов с псевдоэксфолиативным синдромом/ Малюгин Б. Э., Агафонова В.В., Франковская Герляк М.З., Чубарь В.С., Халудорова Н. Б.//Сибирский научный медицинский журнал. – 2015. -том 35. №1. – С. 48-54.

54. Малюгин Б.Э. Результаты использования факотрабекуласпирации для профилактики послеоперационной гипертензии после факоемульсификации с имплантацией ИОЛ на глазах с псевдоэксфолиативным синдромом/ Малюгин Б.Э., Тимошкина Н.Т., Джндоян Г.Т., Верзин А.А.// Глаукома. -2004. - №3. - С.21-24.

55. Малюгин Б.Э. Результаты использования трабекулоаспирации при факоемульсификации катаракты на глазах с псевдоэксфолиативным синдромом/ Малюгин Б.Э., Джндоян Г.Т.//Современные технологии хирургии катаракты: Сб. научных статей.-М. - 2002.-С.166-172.

56. Малюгин Б.Э. Современные аспекты хирургического лечения сочетания глаукомы и катаракты/ Малюгин Б.Э., Джндоян Г.Н.// Глаукома: проблемы и решения: сб. науч. ст. М.- 2004. С.373-377.

57. Манцева Я.Ю. Современные возможности хирургического лечения больных с сочетанием открытоугольной глаукомы и катаракты / Манцева Я.Ю., Астахов С.Ю.// Клин. мед.- 2014.- 6(1). - С. 47-53.

58. Михина И.В. Современные аспекты псевдоэкзофолиативного синдрома/ Михина И.В., Фабрикантов О.П.// Практическая медицина. - 2012, август-4(59). - С. 229.
59. Михина И.В. Демографические особенности ПЭС в Тамбовской области/ Михина И.В.// Практическая медицина. – 2016. - 6(98). С.88-92.
60. Намазова И.К. Выбор способа экстракции катаракты при псевдоэкзофолиативном синдроме/ Намазова И.К.// Сборник научных трудов ЦОЛИУВ.-М.-1987.-С.64-65.
61. Национальное руководство (путеводитель) по глаукоме для практикующих врачей / Ред. Е.А. Егоров, Ю.С. Астахов, В.П. Еричев. -М.- 3-е издание. Издательская группа «ГЕОТАР-Медиа». 2015.-465с.
62. Нероев В.В. Организация офтальмологической помощи населению Российской Федерации/Нероев В.В.// Вестник офтальмологии. 2014. - 130(6). -С. 8-12.
63. Нестеров А.П. Глаукома. Москва. - Медицина. - 1995. - 256с.
64. Орлова О.М. Комплексная оценка эффективности ранней хирургии катаракты у пациентов зрительно-напряженного труда. Орлова Ольга Михайловна. Автореф. дисс. Канд. мед. Наук: 14.01.07. - 2017. - 23с.
65. Пучков. С.Г. Хирургическое лечение сочетаний глаукомы и катаракты с имплантацией искусственного хрусталика: метод. Рекомендации/ Пучков С.Г. М.: здравоохранения РСФСР. - М.- 1991. - 19 с.
66. Рачковский М.Ю. Осветление хрусталика/ Рачковский М.Ю.// Химия и жизнь. – 2003. - №9. – С.15-17.
67. Сахнов С.Н. Дифференциальный подход к энергетической факофрагментации в хирургии возрастной катаракты/ Сахнов С.Н., Онишко Е.С.// Кубанский научный медицинский вестник. 2017.- С.94-98.
68. Сметанкин И.Г. Тактика факоэмульсификации катаракты на основе новой классификации кортико-капсулярной адгезии и плотности ядра хрусталика/ /Сметанкин И.Г., Артемьев Н.В.//Современные технологии в медицине. 2010. -№1. – С. 78-80.

69. Соколовская Т.В. Лазерная активация трабекулы в лечении первичной открытоугольной глаукомы/ Соколовская Т.В., Дога А.В., Магарамов Д.А., Кочеткова Ю.А.// Офтальмохирургия. 2015. - №1- С.27-31.
70. Соколовская Т.В. Влияние ФЭК с имплантацией ИОЛ на состояние гидродинамики глаза/ Соколовская Т.В., Яшина В.Н. Влияние// Практическая медицина. 2017.- 9(110). - том 2, С.197-201.
71. Соколовская Т.В. Состояние гидродинамики глаза после комбинированного лечения первичной открытоугольной глаукомы и осложнённой катаракты/ Соколовская Т.В., Володин П.Л., Яшина В.Н., Тепловодская В.В.// АСТА BIOMEDICA SCIENTIFICA. 2019. - Том 4. - № 4. - С.129-133.
72. Соколовская Т.В. Лазерная активация трабекулы в комбинированном хирургическом лечении первичной открытоугольной глаукомы и осложненной катаракты/ Соколовская Т.В., Малюгин Б.Э., Тепловодская В.В., Яшина В.Н.// Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии, 2017. Глаукомный день. Заседание 1 «инновационные технологии в комбинированной хирургии глаукомы и катаракты».
73. Стебнева И.Т. Повышение гипотензивного эффекта ФЭК у больных ПОУГ на основе взаимодействия аккомодации и гидродинамики глаза/ Стебнева Ирина Григорьевна. Автореф. дисс. канд. мед. наук: 14.00.08. Самара, 2009.- 25с.
74. Сулеева Б.О. Псевдоэксфолиативный синдром в сочетании с глаукомой и катарактой/ Сулеева Б.О., Отман Х.М., А. Адилхан*ызы// Вестник АГИУВ. 2014. - №4.- С.61-64.
75. Тахчиди Х.П. Выбор тактики хирургии катаракты с учетом оценки симптоматики псевдоэксфолиативного синдрома по данным ультразвуковой биомикроскопии/ Тахчиди Х.П., Егорова Э.В., Толчинская А.Н. // Офтальмохирургия. 2006. - №4. - С.-4-9.

76. Тахчиди Х.П. Патология глаза при псевдоэксфолиативном синдроме/ Тахчиди Х.П., Баринов Э.Ф., Агафонова В.В., М.Франковска-Герлак, Сулаева О.Н.- М. - 2010. -156 с.
77. Тахчиди Х.П. Диагностическая и хирургическая тактика при нарушении целостности связочного аппарата хрусталика/ Тахчиди Х.П., Зубарев А.Б.// Офтальмохирургия. - 2001.- №2.-С.27-36.
78. Тахчиди Х.П. Хирургическая технология удаления катаракты при нарушении связочного аппарата хрусталика/ Тахчиди Х.П., Зубарев А.Б. Хирургическая// Офтальмохирургия. 2004.- № 4. -С. 16-18.
79. Тахчиди Х.П. Клинико-морфологические признаки начальных глазных проявлений псевдоэксфолиативного синдрома / Тахчиди Х.П. [и др.]// Офтальмохирургия. - 2011. - N 1. - С. 59-65.
80. Тахчиди Х.П. Ультразвуковая биомикроскопия в диагностике патологии переднего сегмента глаза/ Тахчиди Х.П., Егорова Э.Ф., Узунян Д.Г.// Москва. 2007. - Изд.центр «Микрохирургия глаза»-128с.
81. Тахчиди Х.П. Способ хирургического лечения открытоугольной псевдоэксфолиативной глаукомы/ Тахчиди Х.П., Яновская Н.П., Прошина О.И.//патент RU 2 369 362 С1.
82. Трубилин В.Н. Новая комбинированная методика одномоментной факоэмульсификации и вакуумной трабекулопластики ab interno/ Трубилин В.Н., Кайра Н.А.// Новая Офтальмология. - 2014 - Т. 11, № 1 - С. 28–36.
83. Туманян Э.Р. Морфологическая оценка изменений трабекулярной сети угла передней камеры глаза после селективной лазерной трабекулопластики по М. Latina и селективной лазерной активации трабекулы/ Туманян Э.Р., Иванова Е.С., Любимова Т.С., Субхангулова Э.А, Т.Г. Боровая, Л.В. Диденко, Н.В. Шевлягина// Офтальмохирургия. 2010. -№3. - С.39-43.
84. Файзуллина Х.Г. Гипотензивный эффект факоэмульсификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы при первичной

закрытоугольной глаукоме/ Файзуллина Х.Г.//Восток – Запад. Точка зрения. 2014. - № 1. - С.-91.

85. Федеральные клинические рекомендации по оказанию офтальмологической помощи пациентам с возрастной катарактой.-М.-2015. - С.-30.

86. Федеральная служба государственной статистики. [Www.gks.ru](http://www.gks.ru)

87. Федеральные клинические рекомендации по офтальмологии 2016-2017. Глаукома первичная открытоугольная. Клинические рекомендации. - С. 6-8.

88. Фечин О.Б. Способ одномоментного хирургического лечения катаракты и профилактики повышения ВГД на глазах с ПЭС/ Фечин О.Б.// патент RU 2390321С1. -2009.

89. Франковска-Герлак М. Комбинированное хирургическое лечение катаракты и открытоугольной глаукомы на фоне псевдоэксфолиативного синдрома. Трехлетний опыт наблюдений/ Франковска-Герлак М., Агафонова В.В., Яновская Н.П. // Нов. в офтальмол. 2013.- №1. С.74.

90. Чупров А.Д. Характеристики неинвазивного ультразвукового метода определения механической твердости хрусталика/ Чупров А.Д., Кудрявцева В.А., Кудрявцева Ю.В.//Вестник офтальмологии. 2006. -№ 3.- С.23-25.

91. Чупров А.Д. Патология хрусталика: учебное пособие для студентов медицинских вузов/ Чупров А.Д., Кудрявцева Ю.В.// Сост. А.Д. Чупров, Ю.В. Кудрявцева – под общ. ред. А.Д. Чупрова –Киров: КГМА. – 2007. – 81с.

92.Шмелева, В.В. Катаракта / В.В. Шмелева. М.: Медицина. 1981. - 223с.

93. Шлопак Т.В. Физиологические возрастные нормы содержания микроэлементов в тканях глаза/Шлопак Т.В.// Микроэлементы в офтальмологии. 1969. -С.73-99.

94. Шухаев С.В. Динамика плотности эндотелиальных клеток после ФЭК с фемтосекундным сопровождением/ Шухаев С.В., Томилова А.В., Немсверидзе М.Н.// Вестник ОГУ. 2014. 12(173). – С. 355-357.

95. Юрьева Т.Н. Закономерности и механизмы формирования билатерального ПЭС/ Юрьева Т.Н.//Офтальмология. - 2011.-№2.-С. 74-80.

96. Чанг Дэвид Ф. Фако-чоп и другие продвинутые техники хирургии катаракты. Стратегия хирургии сложных катаракт. Перевод с английского под редакцией проф. Б.Э. Малюгина. М.- 2018.- 414 с.
97. Шераз Дейя. Экстракция катаракты с помощью фемтосекундного лазера и имплантации искусственного хрусталика/ Шераз Дейя// Современная оптометрия. 2013.- №8. -С. 28-33.
98. Якуб Р.А. Лазерная экстракция осложненной катаракты у пациентов с псевдоэкзофолиативным синдромом с использованием ND YAG лазера с длиной волны 1.44 мкм/ Автореф. дисс...канд. наук. Москва. 2008 - М., 2008.- 24 с.
99. Alexander R.A. The effect of argon laser trabeculoplasty upon the normal trabecular meshwork // Alexander R.A, Grierson I, Church W.H// Graefes Archive of Clinical and experimental Ophthalmology.-1989.-V.227.-P. 72-77.
100. Alvarado J.A. A new insight into the cellular regulation of aqueous outflow: how trabecular meshwork endothelial cells drive a mechanism that regulates the permeability of Schlemm's canal endothelial cells/ Alvarado J.A., Alvarado R.G., Yeh R.F., et al.// Br J Ophthalmol. - 2005. - Vol. 89. - P. 1500-1505.
101. Atalar P.T. Impaired systemic endothelial function in patients with pseudoexfoliation syndrome/ Atalar P.T, Atalar E., Kilic H., Abbasoglu O.E., Ozer N., Aksoyek S., Ovunc K., Ozmen F., Gursel E.// Int Heart J. 2006.- 47(1). - P.77-84.
102. Avni A. Long-term intraocular pressure changes after femtosecond laser-assisted cataract surgery in healthy eyes and glaucomatous eyes/ Avni A. Shah, Jeanie Ling, Niraj R. Nathan et al// JCRS. February 2019. -Vol 45.-Issue 2. - P.181-187.
103. Baker H. Glaucoma awareness. [Internet] USL (University College London). 2009. [cited 5 Nov. 2016]. Available from: <http://discovery.usl.ac.uk/16272/>
104. Baradan-Rafii Alireza. Effect of hydrodynamic parameters on corneal endothelial cell loss after phacoemulsification/ Baradan-Rafii Alireza, Mohsen

- Rahmati-kKaneel, Medoli Estani, Victoria Kiavash, Farid Karimian// J. Cataract Refract Surg. 2009.- No35. -P.732-737.
105. Belovaj G.V. Cataract surgery in pseudo-exfoliation syndrome/ Belovaj G.V., Varma D.K., Ahmed II// Curr Opin Ophthalmol. 2010; 21(1):25-34.
106. Berry C.E. Xanthine oxidoreductase and cardiovascular disease: molecular mechanisms and pathophysiological implications/ Berry C.E., Hare J.M.// J Physiol. 2004. - No 555(Pt 3). -P.589–606.
107. Bourne R.R.A. Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis/ Cicinelli MV, Keeffe JK, Kempen JH, Leasher JP, Pesudovs K, Resnikoff ST, Tahhan N Vision Loss Expert Group/ Bourne R.R.A., Flaxman S.R., Braithwaite T., Cicinelli M.V., Das A.// Lancet Glob Health. 2017.- Sep;5(9):e888-e897/
108. Bovell A.M. Long term effects on the lowering of intraocular pressure: selective laser or argon laser trabeculoplasty? /Bovell A.M., Damji K.F., Hodge W.G., Rock W.J., Buhrmann R.R., Pan Y.I.// Can J Ophthalmol. 2011.- No 46. - P.408–413.
109. Bradley J.M. Mediation of laser trabeculoplasty-induced matrix metalloproteinase expression by IL-1beta and TNF-alpha/ Bradley J.M., Anderssohn A.M., Colvis C.M., Parshey D.E.// Invest Ophthalmol Vis Sci. 2000.- Feb.-41(2). - P.422-30.
110. Brian A. Francis, Nils Loewew, Bryan Kong, Lauri Dastin. Retrospective of selective laser trabeculoplasty for open-angle glaucoma. BMC Ophthalmology. 2016; 16-128.
111. Buratto Lucio. Phacoemulsification/ SLACK. 1998. -544 pp.
112. Buratto Lucio. Cataract surgery with Phaco and Femtofaco Techniques/ Buratto Lucio, Rosalia Sorse, //Slack Incorporated. 2014.- P.184.
113. Chen P.P. The effect of phacoemulsification on the ocular pressure in glaucoma patients: a report by the American academy of ophthalmology/ Chen P.P., et al// Ophthalmology. 2015.

114. Chylack Leo T. Jr. Lens Opacities Classification System III/ Chylack Leo T. Jr, MD; John K. Wolfe, MD; David M. Singer, MD; et al// Arch Ophthalmol. 1993.-111(6). -P.831-836.
115. Cornejo Diego Valera. Micropulse laser trabeculoplasty as an adjuvant treatment for uncontrolled open angle glaucoma / Cornejo Diego Valera, Waldo Loayza Gamboa, Julio Herrera Quiroz c, Rosa Alvarado Villacorta, Luis Córdova Crisanto, et al// New Front Ophthalmol. 2017.-4: DOI: 10.15761/NFO.1000187
116. Cowan L.A. Introducing a new surgical technology: controversies in femtosecond laser-assisted cataract surgery and impact on resident surgical training/ Cowan L.A., Kloek C.//Int. Ophthalmol. Clin. 2015.-No 55. (4). - P.23-35.
117. Day D.G. The clinical validity of the treatment satisfaction survey for intraocular pressure in ocular hypertensive and glaucoma patients Day D.G., Sharpe E.D., Atkinson M.J, et al.//Eye (Lond).-2006. -Vol. 20.- No 5. - P. 583-590.
118. Davison James A. Clinical application of the Lens Opacities Classification System III in the performance of phacoemulsification MD/ Davison James A., MD, Leo T. Chylack Jr.//J. Cataract Refract Surg. 2003.- No 29.-P.138–145.
119. Dosso A.A. Exfoliation syndrome and phacoemulsification/ Dosso A.A.//J. Cataract Refract.Surg.-1977.-Vol.23-P.122-125.
120. Dov B. Kagan. Mechanism of selective laser trabeculoplasty: a review/ Dov B. Kagan, Nathan S. Gorfinkel, Cindy M.L. Hutnik// Clin. Exp. Ophthalmol. 2014. Sept-Oct, 42(7):675-81. Epab 2014 Jan 27
121. Drosalum L. Phacoemulsification in eyes with pseudoexfoliation / Drosalum L, Haaskiold E, Sandvig K.//J. Cataract Refract Surg.1998.-Vol. 24.-P. 787-792.
122. Durr G.M. The effect of repeat 360-degree selective laser trabeculoplasty on intraocular pressure control in open-angle glaucoma/ Durr G.M., Harasymowycz P.// J. Fr. Ophtalmol.- 2016.-Vol.39. No 3.-P. 261-264.
123. Esin F. Basen. Significant peripheral anterior synechiae after repeat selective laser trabeculoplasty/ Esin F. Basen, Duygu Akbulut// Canadian J. of Ophthalmology. - 2015.- Vol 50.- Issue 3.- P. 36-38.

124. Fisseha Admassu Ayele. Safety and efficacy of SLT vs ALT-Shortand longer term perspectives/ Fisseha Admassu Ayele//JOJ Ophthalmology. 2018. -issn:2473-5477.-Vol 6.-Issue 3.- February. - P. 001-005.
125. Francis B.A. Repeatability of selective laser trabeculoplasty for open-angle glaucoma/ Francis B.A., Loewen N., Hong B., et al.// BMC Ophthalmol. - 2016. - Vol. 16. - P. 128.
126. Fudemberg S.J. Trabecular meshwork tissue examination withscanning electron microscopy: a comparison of MicroPulse Diode Laser (MLT), Selective Laser (SLT), and Argon Laser (ALT) Trabeculoplasty in Human Cadaver Tissue/ Fudemberg S.J., Myers J.S., Katz L.J.// Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. - 2008. - Vol. 49. - P. 1236.
127. Garg A. Selective laser trabeculoplasty: past, present and futer/ Garg A., G. Gazzard//Eye. 2018- No 32.-P. 863-876.
128. Georgopopulos G.T. Combined clear cornea phacoemulsification and trabecular aspiration in the treatment of pseudoexfoliative glaucoma associated with cataract/ Georgopopulos G.T., Chalkiadakis J.// Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology.-2000, 238(10)-P.816-821.
129. Global glaucoma awareness survey. Research report conducted by Edelman Intelligence, May 2016.
130. Grub M. Trabecular aspiration in pseudoexfoliation glaucoma-surgery to primarily reduce intraocular pressure/ Grub M., Mielke J., Rohrbach JM., Schlote T.// Klin Monbl Augenheilkd. 2002.- May. - 219(5).-P. 353-357.
131. Gulsum Egemen Erkayhan. Cataract surgery and possible complications in patients with pseudoexfoliation syndrome/ Gulsum Egemen Erkayhan, Semih Dogan, Eurasi//an J. Med. 2017. -Feb. 49(1).-P.22-25.
132. Gulati V. Mechanism of action of selective laser trabeculoplasty and predictors of respons/ Gulati V., Fan S., Garden B.J., Havens S.J.// Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2017.- Mar. 1.- 58(3). -P.1462-1468.

133. Hyung B.H. Endothelial cells loss after phacoemulsification according to different anterior chamber depth/ Hyung B.H., Byul Lyo, Hye B.Y., Na Y.L// Journal of Ophthalmology. 2015(7). - P.1-7.
134. Hodge W.G. Baseline IOP predicts selective laser trabeculoplasty success at 1 year post-treatment: results from a randomised clinical trial/ Hodge W.G., Damji K.F., Rock W, et al// Br. J. Ophthalmol.-2005.-Vol. 89. No 9.-P. 1157-1160.
135. Helbig H. Anterior-chamber hypoxia and iris vasculopathy in pseudoexfoliation syndrome/ Helbig H., Schlotzer-Schrehardt U., Noske W., Kellner U., Foerster M.H., Naumann G.O.// Ger. J. Ophthalmol. 1994.-3(3).-P.148–153.
136. Hietanen J1. Evaluation of the clinical association between exfoliation syndrome and abdominal aortic aneurysm/Hietanen J.1., Soisalon-Soininen S., Kivelä T., Tarkkanen A.// HYPERLINK "<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12485282>" Acta Ophthalmol Scand. 2002 Dec;-80(6).-P.617-9.
137. Hollo G. Argon and low energy, pulsed Nd:YAG laser trabeculoplasty/ Hollo G.// Acta ophthalmologica Scandinavia. 1996.-P.126-130.
138. Hong B.K. Repeat selective laser trabeculoplasty/ Hong B.K., Winer J.C., Martone J.F., et al// J. Glaucoma. - 2009. - Vol. 18. - P. 180-3.
139. Holst F. Formation of free radicals during phacoemulsification/ Holst F., Rolfsen W., Svenson B. et al// Curr. Eye Res.-1993. - Vol. 12. - P. 359-365.
140. Hongyang Z. Selective laser trabeculoplasty in treating post-trabeculectomy advanced primary open-angle glaucoma/ Hongyang Z., Yangfan Y., Jiangang X., Minbin Y.// Exp Ther Med. - 2016. - Vol. 11, No 3. - P. 1090-1094.
141. Jeon-He Lee. Factors that influence intraocular pressure after cataract surgery in primary glaucoma/ Jeon-He Lee et al// Ophthalmology. 2009.- Dec.-44(6). P.705-10. doi: 10.3129/i09-186.
142. Jesus Jimenez-Roman. Effect of phacoemulsification on intraocular pressure in patients with primary open angle glaucoma and pseudoexfoliation glaucoma/ Jesus Jimenez-Roman// Int. J Ophthalmol 2017. 10 (9). - P.1374-1378.

143. Jo Ann Giaconi. Laser trabeculoplasty: ALT vs SLT/ Jo Ann Giaconi, Daniel B. Moore, Leonard K. Seibold// American Academy of Ophthalmology, Eye Wiki.2015.- January 20.
144. Jo0Chi Liu. Changes in aqueous oxidative stress, prostaglandins and4 citokines: comparisons of low-energy femtosecond laser-assisted cataract surgery versus conventional phacoemulsification/ Jo0Chi Liu, Velina Setiawaw, Marcus Ang, Cary Hin Fai Jam, Jodnbir S. Metha// JCRS. 2019.- Vol. 45. -Iss 2, P. 196-203.
145. Jurych M.S. Comparison of long-term outcomes of selective laser trabeculoplasty versus argon laser trabeculoplasty in open-angle glaucoma/ Jurych M.S., Chopra V., Banitt M.R.//Ophthalmology. 2004. oct. - 111(10). - P. 1853-1859.
146. Jacobi P.C. Trabecular aspiration. A new mod to treat pseudoexfoliation glaucoma/ Jacobi P.C. et al.// IOVS (investigative ofthalmology and visual science). 1995.- Vol 36.- Issue 11. -P.2270-2276.
147. Jacobi P.C. Trabecular aspiration: a new surgical approach to improve trabecular facility in pseudoexfoliation glaucoma/ Jacobi P.C., Krieglstein C.K.// Int Ophthalmology. 1994.- 18(3). - P. 153-157.
148. Jacobi P.C. Trabecular aspiration: clinical resalts of a new surgical approach to improve trabecular facility in glaucoma capsulare/ Jacobi P.C., Krieglstein C.K.// Ophthalmic. Surg. 1994.- 25(9) - P.641-5.
149. Jacobi P.C. Comparative study of trabecular aspiration vs trabeculectomy in glaucoma triple procedure to treat pseudoexfoliation glaucoma/Jacobi P.C., Dietlein T.S., Krieglstein G.K.//Arch. Ophthalmol. 1999.-117(10).P.1311-8.
150. Jacky W.Y. Lee. Efficacy of selective laser trabeculoplasty for normaltension glaucoma: 1 year resalt/ Jacky W.Y. Lee, Wing Lau Ho, Jonathan C.H. Chan. // BMC Ophthalmology 2015.- 15:1. Jan 2015.

151. Joseph Sowka. Pseudoexfoliation syndrome and pseudoexfoliative glaucoma/ JosephSowka// Optometry - Journal of the American Optometric Association April 2004. Volume 75.- Issue 4.- P.245-250.
152. Juan Ye. Smoking and risk of age-related cataract: a meta-analysis/ Juan Ye, Jinjing He, Changjun Wang, Han Wu et al//Investigative Ophthalmology and visual science. June 2012. -Vol. 53.-P. 3885-3895.
153. Jurych M.S. Comparison of long-term outcomes of selective laser trabeculoplasty versus argon laser trabeculoplasty in open-angle glaucoma/ Jurych M.S., Chopra V., Banitt M.R.// Ophthalmology. 2004. oct. 111(10). -P. 1853-1859.
154. Kadasi Laith M. Selective laser trabeculoplasty as primary treatment for open-angle glaucoma/ Kadasi Laith M., Safa Wagdi, Kimberly V. Miller// Rhode Island Medical Journal. June 2016.- Vol. 99, No 6. -P. 22-24.
155. Katz L.J. Selective laser trabeculoplasty versus medical therapy as initial treatment of glaucoma: a prospective, randomized trial/ Katz L.J., Steinmann W.C., Kabir A., et al.// J. Glaucoma. - 2012. - Vol. 21. - P. 460-468.
156. Kendall E. Donaldson. Femtosecond laser-assisted cataract surgery/ Kendall E. Donaldson, Rosa Braga-Mele// Cataract Refractive Surgery. 2013. -No39/-P. 1753-1764.
157. Klamann M.K. Combined clear cornea phacoemulsification in the treatment of pseudoexfoliative glaucoma associated with cataract: significance of trabecular aspiration and ab interno trabeculectomy/Klamann M.K., Gonnermann J., Maier A.K., Ruokonen P.C., Torun N., Jousen A.M., Bertelmann E.//Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. 2013 Sep. 251(9).-P.2195-2199.
158. Kivelä T. Histopathology of Exfoliation Syndrom.- J. Glaucoma. 2018.-27, 7.-P.538-543.
159. Kohnen T. Endothelial cells loss after phacoemulsification and 3,5V5ml corneal tunnel incision Kohnen T., Jacobi K.W.// Ophthalmologe. 1995. Aug.- 92(4), P.476-483.

160. Kramer T.R. Comparison of the morphologic changes after selective laser trabeculoplasty and argon laser trabeculoplasty in human eye bank eyes/ Kramer T.R, Noecker R.J.//Ophthalmology.01 Apr 2001 -108 (4)-P.773-779.
161. Kurapkienė S. The relationship of ultrasonic and mechanical properties of human nuclear cataract/ Kurapkienė S., R. Raitelaitienė, A. Paunksnis, A. Lukoševičius, S. Burnovas M. Paunksnienė, E. Svaldenienė, V. Babrauskienė. A pilot study//ISSN 1392-2114 ULTRAGARSAS, Nr.1(54). 2005.
162. Kyle M. Rhodes. Intraocular pressure reduction in the untreated fellow eye after selective laser trabeculoplasty/Kyle M. Rhodes, Rebecca Weinstein, Robert M. Saltmann, Nilini Aggarwal// Current Medical Reserch and Opinion. - Vol.25.- 2009.-Issue 3.-P.787-796.
163. Latina M.A. Selective targeting of trabecular meshwork cells: in vitro studies at pulsed and CW laser interactions/ Latina M.A., Park C.H.//Exp. Eye Res.-1995.- N60-P.-359-371.
164. Latina M.A. Selective laser trabeculoplasty: a pilot clinical trial Latina M.A., Sibayan S, Gil-Carraso F.//ARVO, 1997.
165. Latina M.A. Selective laser trabeculoplasty/ Latina M.A., De Leon Y.M.// Ophthalmol. Clin. Noth Am. N18.- P.409-419.
166. Lai J.S. Five-year follow up of selective laser trabeculoplasty in Chinese eyes/ Lai JS, Chua JK, Tham CC, *et al.*// Clin Experiment Ophthalmol. 2004.-No 32.P.368–372.
167. Lee J.W. A randomized control trial to evaluate the effect of adjuvant selective laser trabeculoplasty versus medication alone in primary open-angle glaucoma, preliminary results/ Lee J.W., Chan C.W., Wong M.O., *et al.*// Clin Ophthalmol. - 2014. - No 8. - P. 1987-1992.
168. Lee J.W. Predictors of success in selective laser trabeculoplasty for normal tension glaucoma/ Lee J.W., Liu C.C., Chan J.C., Lai J.S.// Medicine. - 2014. - Vol. 93. - P. 236.

169. Lee J.W. Optimal selective laser trabeculoplasty energy for maximal intraocular pressure reduction in open-angle glaucoma/ Lee J.W., Wong M.O., Liu C.C., Lai J.S. // *J Glaucoma*. - 2015. - Vol. 24. - P. 128-131.
170. Lee J.W. Corneal changes after a single session of selective laser trabeculoplasty for open-angle glaucoma/ Lee J.W., Chan J.C., Chang R.T., *et al*// *Eye (Lond)* 2014.- No 28.-P.47–52.
171. Leahy K.E. Investigations of corneal endothelial changes post selective laser trabeculoplasty/ Leahy K.E., Madigan M.C., Sarris H.// *Clinical and Experimental ophthalmology*. 2018.- No 46.- 7.-P. 730-737.
172. Lerman S. Dev. Evaluation of risk factors in human cataractogenesis/ Lerman S. Dev.// *Ophthalmol*. -1991. Vol 21.-P.120-128.
173. Li X. Meta-analysis of selective laser trabeculoplasty versus topical medication in the treatment of open-angle glaucoma/ Li X., Wang W., Zhang X.// *BMC Ophthalmol*. - 2015. - Vol. 19, No 15. - P. 107.
174. Lindberg J. Kliniska undersökningar Över depigmentering av pupillranden och genomlysbarhet av iris vid fall av alderstarr samt i normala ögon hos gamla personer // *Inaug Diss Helsingfors*. -1917.— Bd. 18.— S. 87-89.
175. Lee Jeon-He. Factors that influence intraocular pressure after cataract surgery in primary glaucoma/ Lee Jeon-He et al// *Ophthalmology*. 2009 Dec. 44(6).-P.705-10.
176. Lee Richard. Projected cost comparison of selective laser trabeculoplasty versus glaucoma medications in the Ontario Health Insurance Plan/ Lee Richard, Cindi M.L. Hatnik// *Canadian Journal of ophthalmology*. -2006.- Vol.41.(4): 419-20.
177. Mao A.J. Development of a prediction rule to estimate the probability of acceptable intraocular pressure reduction after selective laser trabeculoplasty in open-angle glaucoma and ocular hypertension/ Mao A.J., Pan X.J., McIlraith I., et al. // *J. Glaucoma*. - 2008. - Vol. 17. - P. 449-454.
178. Maraini G. An independent evaluation of the Lens Opacities Classification System III (LOCSIII). The Italian-American Cataract Study

Group/ Maraini G, Pasquini P., Tomba M.C. et al.// Ophthalmology. 1989. -No 96. -P.611-615.

179. Martinez-de-la-Casa J. M. Selective vs argon laser trabeculoplasty: hypotensive efficacy, anterior chamber inflammation, and postoperative pain/ Martinez-de-la-Casa J. M.; J. Garcia-Feijoo; A. Castillo; M. Matilla; J. M. Macias; J. M. Benitez-del-Castillo; J. Garcia-Sanchez// Eye (London, England)2004. Volume: 18 ISSN: 0950-222X ISO Abbreviation: Eye (Lond). Publication Date: 2004 May-P. 498-502.

180. Mark A. Latina. Q-switched 532-nm Nd:YAG laser trabeculoplasty (Selective laser trabeculoplasty. A multicenter, pilot, clinical study/ Mark A. Latina, Santiago A. Sibayan, Dong H. Shin, Robert J. Noecker, Georgy Mavcellino// Ophthalmology. November 1998. -Vol. 105.- Issue 11.- P. 2082-2090.

181. Meyer J.J. What's new in laser treatment for glaucoma? / Meyer J.J., Lawrence S.D.// Curr Opin Ophthalmol. - 2012. - Vol. 23, No 2. - P. 111-117.

182. McAlinden C. Selective laser trabeculoplasty (SLT) vs other treatment modalities for glaucoma: systematic review/ McAlinden C. Eye (Lond) 2014. -No 28.-P.249–258.

183. Mermoud A. Inflammation patterns after laser trabeculoplasty measured with the laser flare meter/Mermoud A. Pittet N., Herbort C.P.// Arch. Ophthalmol. 1992. 110(3).-P.368-70.

184. Melamed S. Short-term effects of argon laser trabeculoplasty in monkeys/ Melamed S., Pei J., Epstein D.L.//Arch. Ophthalmol. 1985.- No 103.-P.1546-1552.

185. Melamed S. Selective laser trabeculoplasty as primary treatment for open-angle glaucoma: a prospective, nonrandomized pilot study/ Melamed S., Ben Simon G.J., Levkovitch-Verbin H.// Arch Ophthalmol. - 2003. - Vol. 121. - P. 957-960.

186. Mochamed Ae Soliman. Relationship between endothelial cell loss and microcoaxial phacoemulsification parameters in noncomplicated cataract surgery/ Mochamed A Soliman, Marhdy Mochamed Z Eid//Clinical Ophthalmology.2012.- Vol.6. -P. 503-510.

187. Mohamed A-M S. Mahdy. Efficacy and safety of selective laser trabeculoplasty as a primary procedure for controlling intraocular pressure in primary open angle glaucoma and ocular hypertensive patients/ Mohamed A-M S. Mahdy// Sultan Qaboos University medical journal Volume: 8 ISSN: 2075-051X. 2008.- P.53-58.
188. Moubayed S.P. An unusual finding of corneal edema complicating selective laser trabeculoplasty/ Moubayed S.P., Hamid M, Choremis J.// Canadian Journal of ophthalmology. 2009. -Vol. 44.- N 3.- P. 337-338.
189. Myrjam De Keyser. Where does selective laser trabeculoplasty stand now? A review/ Myrjam De Keyser, Maya De Belder, Simon De Belder, Veva De Groot// Eye and Vision. volume 3. Article number:10(2016) <https://eandv.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40662-016-0041-y>. Published: 05 April 2016
190. Nagar M. Intraocular pressure control and fluctuation: the effect of treatment with selective laser trabeculoplasty/ Nagar M., Luhishi E., Shah N.// Br J Ophthalmol. - 2009. - Vol. 93, No 4. - P. 497-501.
191. Naji M. Systemic endothelial dysfunction in patients with pseudoexfoliation syndrome/ Naji M., Naji F., Suran D., Gracner T., Kanic V., Pahor D.// Klin Monatsbl Augenheilkd. 2008. -225(11) -P.963–967.
192. Odberg T. The medium and long-term efficacy of primary argon laser trabeculoplasty in avoiding topical medication in open angle glaucoma/ Odberg T., Sandvik L.// Acta Ophthalmol Scand. - 1999. - Vol. 77.- No 2. - P. 176-181.
193. Ong K. Corneal endothelial abnormalities after selective laser trabeculoplasty (SLT)/ Ong K, Ong L, Ong LB.// J. Glaucoma. 2015. 24(4). -P.286–290.
194. Ozkok A. Corneal decompensation after selective laser trabeculoplasty/ Ozkok A, Tamcelik N, Ucar Comlekoglu D, Iskeleli G// Case Rep. Ophthalmol. Med.- 2014. 2014:851971.
195. Peng W. Meta-analysis of randomized controlled trials comparing selective laser trabeculoplasty with prostaglandin analogue in the primary treatment of open-

- angle glaucoma or ocular hypertension/ Peng W., Zhong X, Yu M.//Zhonghua Jan Ke Za Zhi2014. May. 50(5) -P. 343-348.
196. Pons ME. Glaucoma, Pseudoexfoliation/ Pons ME, Elliasi-Rad B.// Available from: <http://emedicine.medscape.com/article/1206366overview>
197. Quigley H.A. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020/ Quigley H.A., Broman A.T.// Br. J. Ophthalmol. 2006. Mar. 90(3). -P.262-267.
198. Rawda Abdelnaser. Corneal endothelial cell loss after phacoemulsification compared with extracapsular cataract extraction/ Rawda Abdelnaser BioPortfolio. 2017-08-27. <https://www.bioportfolio.com/resources/trial/187218/Corneal-Endothelial-Cell-Loss-After-Phacoemulsification-Compared-With-Extracapsular-Cataract-Extraction.html>
199. Regina M. Corneal edema and haze after selective laser trabeculoplasty/ Regina M, Bunya VY, Orlin SE, Ansari H.// J. Glaucoma. 2011. 20(5). - P.327–329.
200. Rhee Douglas J. Hyphema following selective laser trabeculoplasty/ Rhee Douglas J., Omar Krad, Louis R. Pasquale// Ophthalmic Surgery, Lasers and Imaging Retina. 2009. 40(5) -P.493-494.
201. Ross RD. The emergence of women in ophthalmology/ Ross RD. // Arch.Ophthalmol 1997; 115(4): 544-6.
202. Rodrigues M.M. Electron microscopy of argon laser therapy in phakic open-angle glaucoma. Rodrigues M.M, Spaeth G.L, Donohoo P.// Ophthalmology -1982.- No 89.-P.198-210.
203. Roberts T.V. Capsular block syndrome associated with femtosecond laser-assisted cataract surgery/ Roberts T.V/, Sutton G., Lawless M.A. Et al// J. Cataract Refractive Surgery 2011. No 37.-P. 2068-2070.
204. Robin C. Abell. Anterior capsulotomy integrity after femtolaser-assisted Cataract surgery/ Robin C. Abell, Peter E.J. Davies, David Plhelan et al// Ophthalmology. 2014. No 121.-P. 17-24.
205. Saurabh Goyal. Effect of primary selective laser trabeculoplasty on tonographic outflow facility: a randomised clinical trial/ Saurabh Goyal; Laura

Beltran-Agullo; Safina Rashid; Shaheen P Shah; Remin Nath; Adanna Obi; K Sheng Lim. T Effect // The British journal of ophthalmology. 2010. Volume 94
ISSN: 1468-2079 ISO Abbreviation: Br. J. Ophthalmol. Publication
Date: 2010 Nov.- P. 1443-1447.

206. Seider M.I. Cost of selective laser trabeculoplasty vs topical medications for glaucoma/ Seider M.I., Keenan J.D., Han Y.// Arch Ophthalmol. 2012. No 130. - P.529–530.

207. Selin J.Z. Are increased levels of systemic oxidative stress and inflammation associated with age-related cataract? / Selin J.Z., Lindblad B.E., Rautiainen S., Michaelsson K., Morgenstern R., Bottai M., Basu S., Wolk A. //Antioxid Redox Signal. 2014. 21(5). -P.700–704.

208. Schlötzer-Schrehardt U. Pseudoexfoliation Syndrome and Glaucoma/ Author links open overlay panel. Encyclopedia of the Eye. 2010. P. 539-548.

209. Shao-Hong Qian. Selective laser trabeculoplasty in the treatment of primary open-angle glaucoma. Clinical Trial; English Abstract; Journal Article/ Shao-Hong Qian, Xing-XuaiSun// Zhonghua yi xue za zhi. Volume: 87 ISSN: 0376-2491, P. 118-20.

210. Scherer M. Late spontaneous in-the-bag intraocular lens and capsular tenton ring dislocation in pseudoexfoliation syndrome/ Scherer M., Bertelmann., Rick P. //J. Cataract Refr Surg 2006. Vol.32. No 4. -P.672-675.

211. Shimmura S. Oxiradical dependent Photoemission induced by phacoemulsification probe/ Shimmura S., Tsubota K., Oguchi Y. et al.// Invest Ophthalmol. Vis. Sci.— 1992.— Vol. 33.— P. 2904-2907.

212. Slabaugh M.A. The effect of phacoemulsification on intraocular pressure in medically controlled open-angle glaucoma patients/ Slabaugh M.A., Bojikian K.D //Am J Ophthalm. 2014. Jan. 157(1). -P. 26-31.

213. SooHoo Jeffrey R. Ultrastructural Changes in Human Trabecular Meshwork Tissue after Laser Trabeculoplasty/SooHoo Jeffrey R., Leonard K. Seibold, David A. Ammar, and Malik Y. Kahook// Journal of Ophthalmology. Volume 2015. Article ID 476138. 5 pages/http://dx.doi.org/10.1155/2015/476138

214. Streeten BW. Pseudoexfoliative fibrilloglycopathology in visceral organs of a patient with pseudoexfoliation syndrome/ Streeten B.W., Li Z.Y., Wallace R.N., Eagle R.C. Jr, Keshgegian A.A.// Arch. Ophthalmol. 1992. 110(12). - P.1757–1762.
215. Szigiato A.A. Same-day bilateral glaucoma laser treatment in Ontario/ 2000 to 2013/ Szigiato A.A., Trope G.E., Zin Y., Buys Y.M.// J. Glaucoma. - 2016.-Vol.25. N4.-P.-339-442.
216. Tabandeh H. Water content, lens hardness and cataract appearance/ Tabandeh H., C.M. Thompson, Heyworth P., Dorey S., Woods A.Y., Lynch D.// Eye. - 1994.-8.-P.125-129.
217. Tarkkanen A. Lindberg and the discovery of exfoliation syndrome/Tarkkanen A. John G., Kivela T.// Acta Ophthalmol. Scand. 2002, 80(2):151-4.
218. Tham Y.C. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. / Tham Y.C, Li X., Wong T.Y.// Ophthalmology. 2014. 121(11). - P. 2081-2090.
219. Ting N.S. Different strategies and costeffectiveness in the treatment of primary open angle glaucoma/ Ting N.S., Li Yim J.F., Ng J.Y.// Clinicoecon Outcomes Res. - 2014. - Vol. 6. - P. 523-530.
220. Tosun M. Aqueous humour and serum concentration of asymmetric dimethyl arginine in pseudoexfoliation syndrome/ Tosun M., Erdurmus M., Bugdayci G., Celebi S., Alcelik A.// Br J Ophthalmol. 2012. 96(8). -P.1137–1140.
221. Tripathi S. A. The journey to femtosecond laser-assisted cataract surgery/ new beginnings or a false dawn? /Tripathi S. A., Turnbull M. J., Morris R. J. Anderson D. F., Hossain P. // Eye. 2013. 27. (4). -P.461-473.
222. Theodoros Filippopoulos. Argon laser trabeculoplasty/ Theodoros Filippopoulos// Medscape, Aug 25, 2016.
223. Ticho U. Argon laser application to the angle structures in the glaucomas/ Ticho U., Zauberman H. // Arch Ophthalmol. - 1976. - Vol. 94, No 1. - P. 61-64.

224. The Glaucoma Laser Trial (GLT) and glaucoma laser trial follow-up study: 7. Results. Glaucoma Laser Trial Research Group // Am J Ophthalmol. - 1995. - Vol. 120. - P. 718-731.
225. Tsai J.C. Medication adherence in glaucoma, approaches for optimizing patient compliance/ Tsai J.C.// Curr. Opin. Ophthalmol.-2006.-Vol.17.-P. 190-195.
226. Umit Aykan. Selective laser trabeculoplasty induced changes in the thickness of ciliary body and iris evaluated by ultrasound biomicroscopy/ Umit Aykan, Ilhami Salcan, Ozlem Yildirim, Dilaver Ersanli// Albrecht von Graæes Archiv für Ophthalmologie 249(6).-P.887-94 · November 2010. DOI: 10.1007/s00417-010-1572-x · Source: PubMed
227. Vannas A. Vascular changes in pseudoexfoliation of the lenscapsule and capsular glaucoma/ Vannas A.// Albrecht Von Graefes Arch Klin Exp Ophthalmol. 1972. 184(3) - P. 248-253.
228. Worsten D.M. Argon laser trabeculotomy/ Worsten D.M., Wicham M.G.// American Academy of ophthalmology and otolaryngology.1974.No78.P-674-678.
229. Wise J.B. Argon laser therapy for open-angle glaucoma: a pilot study/ Wise J.B., Witter S.L.//Arch. of Ophthalmology and glaucoma.1979.-V.97.-P.319-322.
230. Weinreb R.N. Influence of the number of laser burns administered on the early results of argon laser trabeculoplasty/ Weinreb R.N., Ruderman J., Juster R., Wilensky J.T. //Am. J. Ophthalmology. 1983.- No 95.-P. 287-292.
231. Wong M.O. Systematic review and metaanalysis on the efficacy of selective laser trabeculoplasty in openangle glaucoma/ Wong M.O., Lee J.W., Choy B.N., et al.// Surv Ophthalmol. - 2015. - Vol. 60. - P. 36-50.
232. Waisbourd M. Selective laser trabeculoplasty as a firstline therapy: a review/ Waisbourd M., Katz L.J.// Can J Ophthalmol. - 2014. - Vol. 49, No 6. - P. 519-522.
233. Wollensak J. Pseudoexfoliation syndrome and glaucoma. Does glaucoma capsulare exist? / Wollensak J., Becker H.U., Seiler T. Ger. J.// Ophthalmol. 1992. 1. (1). -P.32-34.

234. White Andrew Jr. Acute transient corneal endothelial changes following selective laser trabeculoplasty/ White Andrew Jr, Achyut Mukherjee// Clinical and experimental Ophthalmology. 2013. 41, 5. -P.435-441.
235. World report on vision ISBN 978-92-4-151657-0 © World Health Organization.2019. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/328717/9789241516570-eng.pdf>
236. Yagci R. Protein carbonyl levels in the aqueous humour and serum of patients with pseudoexfoliation syndrome/ Yagci R, Ersoz I, Erdurmus M, Gurel A, Duman S.// Eye (London). 2008. 22(1). - P.128–131.
237. Xinyi Chen. Comparing the curative effects between femtosecond laser-assisted cataract-surgery and conventional phacoemulsification surgery: a meta-analysis/ Xinyi Chen, Kailin Chen, Ziliang He, Ke Jao PLoS ONE 11(3): eo152088. Published March 21, 2016: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152088>
238. Walkow T. Endothelial cell loss after phacoemulsification: relation to preoperative parameters/ Walkow T., N. Anders, S. Kiehe// J. of cataract and refractive surgery. 2000. Vol.26. 2000 May. - P. 727-732.
239. Žorić L. Pseudoexfoliation syndrome and cataract extraction operation complications/ Žorić L.// Anali 1997; 1:1 28–30. (Serbian)
240. Zoltan Z Nagy. New technology update: Femto-second laser in cataract surgery/ Zoltan Z Nagy// Clinical ophthalmology. 2014. Vol.8. -13 June 2014 (8)- P. 1157-1167.