

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

ЯШИНА ВАЛЕРИЯ НИКОЛАЕВНА

**УАG-ЛАЗЕРНАЯ АКТИВАЦИЯ ТРАБЕКУЛЫ В
КОМБИНИРОВАННОМ ЛЕЧЕНИИ ПЕРВИЧНОЙ
ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМЫ И ОСЛОЖНЕННОЙ
КАТАРАКТЫ**

14.01.07. – глазные болезни

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук
Володин Павел Львович

Москва – 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. Обзор литературы	12
1.1. Влияние факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ на гидродинамику глаза	13
1.2. Современные комбинированные технологии лечения ПОУГ и осложненной катаракты	23
1.2.1. MIGS-технологии в комбинированном лечении ПОУГ и осложненной катаракты	26
1.2.2. Лазерные технологии лечения глаукомы в комбинации с факоэмульсификацией катаракты	46
ГЛАВА 2. Материал и методы	52
2.1. Общая характеристика пациентов	52
2.2. Методы исследования	54
2.3 Методика YAG-лазерной активации трабекулы	59
2.3.1 Предоперационная подготовка больных	59
2.3.2 Техника YAG-лазерной активации трабекулы	59
2.4 Техника проведения факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ.....	62
2.4.1 Предоперационная подготовка больных	62
2.4.2. Этапы факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ	62
2.5. Послеоперационное медикаментозное сопровождение	65

ГЛАВА 3. Клинико-функциональные результаты комбинированного лазерно-хирургического лечения - YAG-лазерной активации трабекулы с факоэмульсификацией катаракты и имплантацией ИОЛ у пациентов с ПОУГ и осложненной катарактой	66
3.1. Хирургический и лазерный этапы комбинированного лечения – YAG-лазерной активации трабекулы и факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ	66
3.1.1. Разработка хирургического и лазерного этапов технологии комбинированного лечения – YAG-лазерной активации трабекулы и факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ	66
3.1.2. Результаты лазерной фотометрии.....	68
3.2. Клиническое течение раннего послеоперационного периода и оценка безопасности технологии комбинированного лечения - YAG-лазерной активации трабекулы и факоэмульсификации катаракты	70
3.2.1. Исходные результаты обследования пациентов.....	70
3.2.2. Клиника раннего послеоперационного периода.....	77
3.2.3. Оценка состояния эндотелия роговицы в различные сроки наблюдения	79
3.3. Состояние гидродинамики глаза в различные сроки наблюдения	81
3.4. Динамика зрительных функций и показателей состояния зрительного нерва.....	96
3.4.1. Состояние зрительных функций пациентов в различные сроки наблюдения	96
3.4.2. Оценка состояния зрительного нерва у пациентов в различные сроки наблюдения.....	99
3.5. Показания и противопоказания для применения технологии комбинированного лечения – YAG-лазерной активации трабекулы и факоэмульсификации катаракты у пациентов с ПОУГ и осложненной катарактой	101

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	103
ВЫВОДЫ	115
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	117
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	118
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	120

ВВЕДЕНИЕ

Катаракта и глаукома в настоящее время являются ведущими причинами снижения зрения (Pascolini D., Mariotti S.P., 2012). По данным Всемирной организации здравоохранения (2019) число пациентов с глаукомой в мире составляет 105 млн. человек, из них 5,2 млн. имеют слепоту на оба глаза.

Распространенность сочетания глаукомы с катарактой варьирует в широких пределах – от 17,0 до 38,6% (Егоров Е.А., 2016).

В результате изменений гемодинамики глаза и нарушения нормальной циркуляции внутриглазной жидкости (ВГЖ) при глаукоме, вероятность более раннего развития катаракты существенно выше. Также при формировании и прогрессировании катарактальных изменений хрусталика изменяются топографические соотношения структур переднего отрезка глаза и иридоцилиарной зоны (Strenk S.A., Strenk L.M., Guo S., 2006).

В последние годы все большую актуальность приобретает разработка комбинированных вмешательств у пациентов с осложненной катарактой и первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ).

Способы одномоментного комбинированного лечения обеспечивают ускорение процессов регенерации, сокращение сроков реабилитации и получение высоких, стабильных зрительных функций, а также стойкий гипотензивный эффект в отдаленном послеоперационном периоде.

Как известно, общепризнанным эффективным способом лечения катаракты в настоящее время является факоемульсификация (ФЭ) с имплантацией заднекамерной интраокулярной линзы (ИОЛ) (Малюгин Б.Э., 2002, 2007, 2011). Основным результатом факоемульсификации катаракты, несомненно, является повышение зрительных функций. Но также известно, что после данного вмешательства нередко отмечается гипотензивный эффект (Малюгин Б.Э., 2002; Mercur A., Karim F., 2011; Shingleton B.J., Laul A., 2008).

Научные исследования показывают, что факоемульсификация приводит к снижению внутриглазного давления (ВГД) у пациентов с

офтальмогипертензией и глаукомой, и это снижение в целом пропорционально дооперационному уровню ВГД (Jahn C.E., 1997; Mathalone N., Hyams M., Neiman S., 2005; Poley B.J., Lindstrom R.L., Samuelson T.W., Schulze R., 2008, 2009; Shingleton B.J., Pasternack J.J., Hung J.W., O'Donoghue M.W., 2006; Tong J.T., Miller K.M., 1998).

В настоящее время у пациентов с осложненной катарактой в сочетании с ПОУГ широко используются комбинированные вмешательства, проводимые поэтапно или одномоментно (Малюгин Б.Э., Джндоян Г.Т., 2004; Першин К.Б. и соавт., 2007; Тахчиди Х.П. и соавт., 2007; Анисимова С.Ю., Анисимов С.И., Рогачева И.В., 2011).

В последние годы лазерные методы лечения первичной открытоугольной глаукомы, направленные на улучшение оттока внутриглазной жидкости путем активации трабекулярной сети, получили широкое применение в клинической практике (Мошетова Л.К., Нестеров А.П., Егоров Е.А., Новодережкин В.В., 2009; Бирич Т.А., Савич А.В., Батовская Е.С., 2012). Данные операции оказывают минимальное повреждающее действие на трабекулярную ткань, обладая при этом патогенетической направленностью (Соколовская Т.В., Дога А.В., Магарамов Д.А., Кочеткова Ю.А., 2015).

Современные технологии лазерной микрохирургии в лечении ПОУГ обеспечивают короткий период реабилитации пациентов и сопровождаются минимальным риском интра- и послеоперационных осложнений. Применение малоинвазивных технологий лазерного лечения в качестве антиглаукомного компонента в комбинированном лечении больных ПОУГ и катарактой вызывают большой интерес.

Однако, научные данные об отдаленных результатах комбинированного лечения ПОУГ в сочетании с катарактой с применением лазерного антиглаукомного компонента в настоящее время единичны.

Оригинальная технология лазерного лечения ПОУГ – YAG-лазерная активация трабекулы (YAG-ЛАТ), разработанная в МНТК «Микрохирургия

глаза” им. акад. С.Н. Федорова (Магарамов Д.А., Дога А.В., 2005, патент РФ №2281743), показала безопасность и высокую гипотензивную эффективность независимо от степени пигментации дренажной зоны угла передней камеры (УПК) глаза.

Несомненно, представляет научный и практический интерес возможность применения и оценка эффективности данной технологии в качестве антиглаукомного компонента при комбинированном лечении пациентов с ПОУГ и осложненной катарактой.

Цель исследования

Разработать технологию комбинированного лечения – YAG-лазерную активацию трабекулы с последующей факоэмульсификацией катаракты и имплантацией ИОЛ – в лечении пациентов с начальной, развитой стадиями первичной открытоугольной глаукомы и осложненной катарактой, исследовать ее эффективность.

Задачи исследования

1. Разработать лазерный и хирургический этапы комбинированного лечения пациентов с начальной и развитой стадиями ПОУГ и осложненной катарактой – YAG-лазерной активации трабекулы с последующей факоэмульсификацией катаракты и имплантацией ИОЛ.

2. Исследовать безопасность YAG-лазерной активации трабекулы с факоэмульсификацией катаракты и имплантацией ИОЛ, изучить клиническое течение раннего послеоперационного периода после факоэмульсификации катаракты и комбинированного лечения.

3. Исследовать состояние гидродинамики глаза после факоэмульсификации катаракты и комбинированного лечения – YAG-ЛАТ с факоэмульсификацией катаракты – у пациентов с начальной и развитой стадиями первичной открытоугольной глаукомы в сочетании с осложненной катарактой.

4. Изучить динамику зрительных функций, состояния зрительного нерва после факоэмульсификации катаракты и комбинированного лечения – YAG-ЛАТ с факоэмульсификацией катаракты и имплантацией ИОЛ.

5. Определить показания для применения разработанной технологии комбинированного лазерно-хирургического лечения при сочетании ПОУГ и осложненной катаракты.

Научная новизна

1. Впервые разработана, научно и клинически обоснована технология комбинированного лечения пациентов с начальной и развитой стадиями первичной открытоугольной глаукомы в сочетании с осложненной катарактой на основе последовательного выполнения YAG-лазерной активации трабекулы и факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ.

2. Впервые исследован механизм, определена патогенетическая направленность предложенной технологии комбинированного лечения ПОУГ и осложненной катаракты на основе данных лазерной фотометрии, анализа показателей гидродинамики глаза в послеоперационном периоде.

3. Впервые изучена динамика уровня офтальмотонуса, показателей гидродинамики глаза после предложенной технологии комбинированного лечения (YAG-ЛАТ с ФЭ) в сравнительном аспекте с факоэмульсификацией.

4. Впервые исследовано состояние эндотелиальных клеток роговицы после последовательного выполнения YAG-лазерной активации трабекулы и факоэмульсификации катаракты у пациентов с ПОУГ и осложненной катарактой.

5. Впервые проведен анализ интра- и послеоперационных осложнений, подтверждающий безопасность предложенной технологии комбинированного лечения ПОУГ в сочетании с осложненной катарактой.

Практическая значимость

1. Разработана и внедрена в клиническую практику технология комбинированного лечения начальной и развитой стадий ПОУГ в сочетании с осложненной катарактой, заключающаяся в поэтапном выполнении YAG-лазерной активации трабекулы с последующей факоемульсификацией катаракты и имплантацией ИОЛ.

2. Установлено, что предложенная технология комбинированного лечения позволяет достигнуть стойкой нормализации офтальмотонуса, повышения зрительных функций и стабилизации глаукомного процесса.

3. Разработанная технология комбинированного лечения малотравматична, имеет минимальный риск осложнений и короткий период реабилитации.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту

1. Разработанная технология комбинированного лазерно-хирургического лечения, заключающаяся в проведении лазерного антиглаукомного вмешательства (YAG-лазерной активации трабекулы) с последующей факоемульсификацией катаракты и имплантацией ИОЛ, обладает патогенетической направленностью, позволяет достигнуть стойкой нормализации офтальмотонуса на фоне отмены либо значительного снижения количества гипотензивных средств, и обеспечивает повышение зрительных функций, стабилизацию глаукомного процесса в отдаленном послеоперационном периоде у пациентов с начальной и развитой стадиями ПОУГ в сочетании с осложненной катарактой.

2. Разработанная технология безопасна, имеет минимальный риск интра- и послеоперационных осложнений и характеризуется коротким периодом реабилитации пациентов после лечения.

Апробация работы

Основные положения диссертационной работы представлены на 18-м Всероссийском научно-практическом Конгрессе с международным участием «Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии» (Москва, 2017), 13-м Конгрессе Европейского Глаукомного Общества (Флоренция, Италия; 2018), 9-м Международном Конгрессе по хирургии глаукомы (Монреаль, Канада; 2018), 16-м и 17-м Международном Конгрессе Российского глаукомного общества «Глаукома: теории, тенденции, технологии» (Москва, 2018, 2019), научно-практической конференции ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» (Москва, 2018), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Федоровские чтения» (Москва, 2018, 2019), 8-м Всемирном Конгрессе по глаукоме (Мельбурн, Австралия; 2019), 37-м Конгрессе Европейского общества катарактальных и рефракционных хирургов (Париж, Франция; 2019), научно-практической конференции с международным участием «Лазеры в медицине» (Москва, 2019), 10-м Международном Конгрессе по хирургии глаукомы (Лондон, Великобритания; 2020).

Публикации

По материалам исследования опубликовано 10 печатных работ, из них – 5 в журналах, рекомендованных ВАК РФ. Получен 1 патент РФ на изобретение №2689015 от 23.05.2019 г.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 142 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, двух глав собственных исследований, обсуждения и заключения, выводов и списка литературы. Список литературы включает 209 источников, из них – 53 отечественных и 156 зарубежных. Работа содержит 20 таблиц, 15 рисунков.

Работа выполнена на базе ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России под руководством заведующего отделом лазерной хирургии, доктора медицинских наук Володина Павла Львовича.

Научно-клинические исследования проведены при непосредственном участии ведущего научного сотрудника отдела хирургии глаукомы, кандидата медицинских наук Соколовской Татьяны Викторовны.

Научно-клинические исследования проведены на базе отделов хирургии глаукомы и хирургии хрусталика и интраокулярной коррекции ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России. Совместные исследования по лазерной фотометрии (тиндалеметрии) были проведены на базе Чебоксарского филиала ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России.

ГЛАВА 1. Обзор литературы

Сочетание глаукомы и осложненной катаракты достаточно широко встречается в офтальмологической практике. Данные заболевания являются ведущими причинами снижения зрения и слепоты. По данным ряда авторов катаракта часто осложняет течение глаукомы (от 17,0 до 38,6% пациентов) [1, 20, 25, 158].

В основе патогенеза глаукомы, как известно, лежит нарушение фильтрационной способности трабекулярной сети, в результате чего снижается отток камерной влаги из передней камеры (ПК) глаза и повышается внутриглазное давление (ВГД) [10, 38, 39, 87, 172].

Известно также, что псевдоэксфолиативный синдром (ПЭС) является триггером развития катаракты и открытоугольной глаукомы, нередко протекающих сочетано [185, 194]. По мнению акад. Нестерова А.П. (2004), у лиц с ПЭС глаукома возникает в 20 раз чаще, чем в общей популяции того же возраста [40]. В некоторых исследованиях выявлена прямая зависимость между стадией глаукомы и степенью выраженности ПЭС [3].

В результате изменений гемодинамики глаза и нарушения нормальной циркуляции внутриглазной жидкости при глаукоме, вероятность более раннего развития катаракты выше [8, 13, 18, 26, 51].

Вопрос выбора рационального метода лечения пациентов с первичной открытоугольной глаукомой в сочетании с осложненной катарактой все еще открыт для обсуждения. При определении тактики лечения необходимо учитывать как состояние поля зрения, стадию глаукомы, так и остроту зрения. В настоящее время применяют следующие варианты лечения: (1) только катарактальная хирургия, (2) последовательное выполнение антиглаукомной операции и экстракции катаракты, и (3) комбинированная хирургия. Считается, что проведение только факоэмульсификации катаракты (ФЭ) целесообразно рекомендовать пациентам с I и II стадиями глаукомы, у которых глаукомный процесс удается контролировать с помощью гипотензивных средств [77, 143]. В случае сочетания осложненной катаракты

с далеко зашедшей (III) стадией глаукомы, при наличии рефрактерной глаукомы, а также при необходимости использования трех и более видов гипотензивных средств для нормализации ВГД, факоемульсификация может быть отложена, и первым этапом в таком случае проводится антиглаукомное вмешательство. В данной ситуации нельзя исключить возможный катарактогенный эффект антиглаукомной операции. В свою очередь, экстракция катаракты, выполняемая после хирургического антиглаукомного вмешательства, может привести к снижению фильтрации водянистой влаги через созданные пути оттока [35, 143].

1.1. Влияние факоемульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ на гидродинамику глаза

Как известно, общепризнанным эффективным способом лечения катаракты в настоящее время является факоемульсификация катаракты с имплантацией заднекамерной интраокулярной линзы (ИОЛ). Основным клиническим результатом факоемульсификации катаракты, несомненно, является повышение зрительных функций, но также, по данным целого ряда авторов, после данного вмешательства отмечается гипотензивный эффект [32, 149, 151, 180]. Несмотря на большое количество исследований, демонстрирующих снижение внутриглазного давления после факоемульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ, точные механизмы этого процесса остаются недостаточно изученными.

Так, в проспективном исследовании Dooley I., Charalampidou S. et al. (2010) авторы наблюдали 101 пациента с катарактой без сопутствующей офтальмологической патологии. После ФЭ было отмечено достоверное увеличение глубины передней камеры глаза в среднем на $1,08 \pm 0,50$ мм, расширение угла передней камеры глаза (УПК) на $13,1 \pm 6,6^\circ$ и достоверное снижение уровня ВГД на $2,5 \pm 3,2$ мм рт. ст. ($p < 0,001$) [86].

Югай М.П., Рябцева А.А., Ширинова У.А. (2015) целенаправленно исследовали влияние факоемульсификации катаракты на показатели

гидродинамики у пациентов с возрастной катарактой (75 глаз) [53]. Было отмечено статистически достоверное увеличение глубины передней камеры – с $2,73 \pm 0,1$ мм до $4,17 \pm 0,06$ мм. Вследствие увеличения расстояния «трабекула - радужка», по мнению авторов, облегчается доступ влаги передней камеры к зоне трабекулярного оттока, усиливается натяжение трабекулярной ткани и возрастает ее проницаемость. Также авторами было отмечено увеличение угла «склера - радужка» и «склера - цилиарные отростки» – радужка уплощается и отклоняется кзади, и происходит ротация отростков кзади в послеоперационном периоде. Средний уровень ВГД сразу после операции кратковременно повышается на 3-3,5 мм рт. ст., после купирования реактивного синдрома наступает снижение этого показателя относительно дооперационных значений. Так, через 3 месяца истинное тонографическое давление (P_0) стало ниже дооперационного значения на 3,23 мм рт. ст., роговично-компенсированное ВГД уменьшилось по сравнению с исходным показателем на 1,51 мм рт. ст., а ВГД, измеренное по Гольдману, - на 1,92 мм рт. ст. При анализе механизма снижения ВГД исследователи указывают на изменение коэффициента легкости оттока водянистой влаги (C). До операции его среднее значение составляло 0,15 мм³/мин/мм рт. ст., через 2 недели возросло до 0,24 мм³/мин/мм рт. ст. и практически не изменилось через 1 и 3 месяца после операции - 0,22 мм³/мин/мм рт. ст. Авторы сделали вывод, что на фоне анатомо-топографических изменений коэффициент легкости оттока внутриглазной жидкости после ФЭ возрастает в 1,5 раза и остается повышенным в течение всего времени наблюдения (3 месяца) [53].

В большом количестве научных работ в период наблюдения более 6 месяцев после ФЭ исследователи также отмечают гипотензивный эффект у пациентов с возрастной катарактой [66, 180, 208].

Эти данные подтверждают Mansberger S.L., Gordon M.O. и соавт. (2012), которые наблюдали стойкое снижение ВГД на 3,9 мм рт. ст. (17,1%) от исходного уровня через 18 месяцев после факоэмульсификации у пациентов с возрастной катарактой [142].

Широкое распространение ПЭС среди пациентов с катарактой побудило исследователей к изучению влияния ФЭ на офтальмотонус в раннем послеоперационном периоде у данных пациентов.

Рао А. (2012) опубликовал результаты наблюдения пациентов с возрастной катарактой и с осложненной катарактой на фоне ПЭС после факоэмульсификации. На 4-й день после операции в группе пациентов с возрастной катарактой было отмечено снижение офтальмотонуса на 7,2 мм рт. ст. (на 32% от исходного уровня), у всех пациентов с ПЭС наблюдалось снижение ВГД на 5,2 мм. рт. ст. (на 19,8%) [166].

По результатам, полученным Shingleton B.J., Laul A. (2008), в отдаленном послеоперационном периоде (от 6 мес. до 7,2 лет) у пациентов с осложненной катарактой и ПЭС наблюдалось стойкое снижение ВГД в среднем на 1,4 мм рт. ст. (8,1%) [180], а по данным Sufi A.R., Singh T. (2012) - на 4,5 мм рт. ст. (18,4%) через 12 месяцев после ФЭ [188].

Согласно результатам исследований, проведенных в течение последних лет, факоэмульсификация катаракты в большинстве случаев приводит к снижению ВГД у пациентов с офтальмогипертензией и глаукомой, и степень снижения офтальмотонуса, в целом, пропорциональна его дооперационному уровню [146, 161, 162, 181].

Huang G. и соавт. (2012) выявили достоверное снижение уровня ВГД после ФЭ у пациентов с осложненной катарактой и офтальмогипертензией; следует отметить, что термин “офтальмогипертензия” в зарубежной литературе используют в тех случаях, когда при трех последовательных измерениях офтальмотонуса истинное ВГД ≥ 21 мм рт. ст., а также отсутствуют глаукоматозные изменения диска зрительного нерва. Через 3 месяца после ФЭ средний уровень ВГД снизился с $14,97 \pm 3,35$ до $12,62 \pm 3,37$ мм рт.ст. ($P < 0,001$) [118].

В проспективном исследовании Mansberger S.L. и соавт. (2012) показали, что у пациентов с осложненной катарактой и офтальмогипертензией

при более высоком уровне ВГД до операции снижение офтальмотонуса было более выраженным [108, 142].

Poley V.J., Lindstrom R.L. и соавт. (2008) в ретроспективном исследовании, включающем 588 глаз с нормальным и повышенным офтальмотонусом, изучали влияние ФЭ на гидродинамику глаза в группах с различным исходным уровнем ВГД [162]. Так, пациенты были разделены на 5 групп, и в отдаленном послеоперационном периоде (более 12 мес.) среднее снижение уровня ВГД было следующим: на 6,5 мм рт. ст. (27%) – при исходном ВГД 22-31 мм рт. ст. (19 глаз); на 4,8 мм рт. ст. (22%) – в группе пациентов с ВГД 20-22 мм рт.ст. (62 глаза); на 2,5 мм рт. ст. (14%) – в группе с ВГД от 18 до 19 мм рт. ст. (86 глаз), и на 1,6 мм рт. ст. (9%) – при исходном ВГД от 15 до 17 мм рт. ст. (223 глаза). В группе с уровнем ВГД до лечения ниже 14 мм рт. ст. (198 глаз) средний уровень ВГД практически не изменился (увеличился на 0,2 мм рт. ст. по сравнению с исходным – на 0,1%). Таким образом, наиболее выраженным снижением уровня офтальмотонуса было у пациентов с более высоким исходным уровнем ВГД; при этом, гипотензивный эффект, по данным авторов, поддерживался в течение 10 лет у пациентов всех возрастов [162].

Сходные данные были получены этой же группой авторов (2009) в исследовании, в которое вошли пациенты с офтальмогипертензией и глаукомой (124 глаза) [161]. Среднее снижение ВГД составило 8,5 мм рт. ст. (на 34% от исходного) в группе с уровнем ВГД 23-29 мм рт.ст.; 4,6 мм рт. ст. (на 22%) – при исходном ВГД 20-22 мм рт.ст.; 3,4 мм рт. ст. (на 18%) – в группе с ВГД 18-19 мм рт. ст. и 1,1 мм рт. ст. (10%) в группе с ВГД от 15 до 17 мм рт. ст. В группе с уровнем офтальмотонуса ниже 14 мм рт.ст. ВГД увеличилось на 1,7 мм рт. ст. (на 15%). По результатам проведенного исследования авторами был сделан вывод, что ФЭ может рассматриваться как эффективный метод лечения глаукомы у пациентов с умеренно повышенным уровнем ВГД, а также может предотвратить развитие глаукомы [161].

В исследовании Ковеленовой И.В. (2012) также выявлена зависимость степени снижения офтальмотонуса от исходного уровня ВГД у пациентов с ПОУГ (235 глаз) [21]. Так, у пациентов с предоперационным уровнем ВГД 18-19 мм рт. ст. наблюдалось незначительное снижение офтальмотонуса – в среднем на 1 мм рт. ст. через 12 месяцев после ФЭ, и незначительное повышение на 0,5 мм рт. ст. через 3 года после операции. У больных с самым высоким дооперационным уровнем ВГД – со средним значением 24,7 мм рт. ст. (28-35 мм рт. ст.), было отмечено наиболее выраженное снижение ВГД – в среднем на 7,2 мм рт. ст. через 12 месяцев после операции и на 10,7 мм рт. ст. через 3 года после лечения [21]. Также по результатам данного исследования максимальное снижение ВГД (на 4,65 мм рт. ст.) было выявлено у пациентов с далеко зашедшей стадией глаукомы (42 глаза из 235).

По результатам исследования, проведенного Yudhasompor N. и Wangsupadilok B. (2012), в группе пациентов с ПОУГ и осложненной катарактой (60 пациентов) после ФЭ среднее снижение ВГД составило 4,5 мм рт.ст. ($p < 0,01$), и у 20% этих пациентов полностью был отменен гипотензивный режим [205].

Агафонова В.В., Франковска-Герлак М.З. и соавт. (2013) изучали изменения офтальмотонуса после ФЭ на большом клиническом материале (126 глаз) в следующих группах пациентов: с нормальным уровнем ВГД до операции, с признаками офтальмогипертензии и с начальной стадией ПОУГ (на гипотензивных препаратах). Во всех группах отмечалось постепенное снижение истинного давления (P_0) и увеличение коэффициента легкости оттока (C) при последующем измерении. В группе пациентов с начальной ПОУГ при нормальном уровне ВГД было отмечено достоверное снижение продукции (F) водянистой влаги через 3 месяца после операции, что, по мнению авторов, может объясняться возможным деструктивным воздействием ультразвуковой волны на цилиарные отростки [8]. Также получена прямая корреляционная связь между предоперационным уровнем

ВГД и толщиной хрусталика во всех группах, т.е. чем больше была толщина хрусталика, тем выше был предоперационный уровень ВГД [4].

Однако, у некоторых исследователей вызывает сомнение возможность достижения стойкого гипотензивного эффекта после ФЭ в отдаленном периоде наблюдения у пациентов с осложненной катарактой и ПОУГ. Так, Chang T.C. и соавт. (2012) наблюдали пациентов с ПОУГ или офтальмогипертензией, которым на одном глазу была проведена ФЭ, а парный глаз был включен в контрольную группу [78]. В результатах своей работы авторы отмечают, что при наблюдении более 3 лет статистически значимой разницы по уровню ВГД между группами не наблюдалось; и в обеих группах не было выявлено существенных различий по среднему количеству применяемых гипотензивных средств.

Результаты некоторых исследований показывают, что наиболее выраженный гипотензивный эффект ФЭ наблюдается у пациентов с ПОУГ на фоне ПЭС. Известно, что глаукома на фоне ПЭС развивается в 10 - 70% случаев, имеет рефрактерное течение, снижение зрительных функций на фоне ПЭС более выраженное по сравнению с аналогичной категорией пациентов с ПОУГ, а прогрессирование глаукомной оптической нейропатии при ПЭС происходит более ускорено [27, 171].

В научной литературе представлены данные о снижении уровня ВГД в отдаленном периоде после ФЭ у пациентов с открытоугольной глаукомой и ПЭС [160, 180].

Согласно данным исследования Merkur A., Damji K.F. (2001), в отдаленном послеоперационном периоде (12 месяцев) после ФЭ у пациентов с ПЭС и ПОУГ наблюдалось снижение ВГД на 2,31 мм рт. ст. (15,4%) и на 1,88 мм рт. ст. (7,8%), соответственно [151].

Jamil A.Z., Iqbal K. и соавт. (2011) также выявили гипотензивный эффект ФЭ у пациентов с ПОУГ и ПЭС – через 12 месяцев уровень ВГД снизился с $25,70 \pm 7,79$ мм рт.ст. до $17,44 \pm 2,8$ мм рт. ст. ($p < 0,001$) [121].

Расин О.Г. и соавт. (2012), Sarda V. и соавт. (2010) также изучали влияние ФЭ при ПОУГ и осложненной катаракте на фоне ПЭС. Под наблюдением находилась группа пациентов с умеренно повышенным ВГД на максимальной гипотензивной терапии, группу сравнения составили пациенты с осложненной катарактой и ПОУГ без ПЭС. По данным авторов, через 12 месяцев наблюдения после операции более выраженное снижение ВГД наблюдалось у пациентов с ПОУГ на фоне ПЭС – на 32,4% от исходного уровня, в контрольной группе отмечалось снижение уровня офтальмотонуса на 27,6% [42, 176].

В недавнем исследовании, проведенном Малюгиным Б.Э., Франковска-Герлак М.З. и соавт. (2015) было показано, что проведение ФЭ у пациентов с осложненной катарактой на фоне ПЭС, вне зависимости от его стадии, позволяет стойко снизить уровень ВГД в сроки наблюдения до 18 месяцев. При этом наиболее значимое снижение офтальмотонуса было отмечено в группе пациентов с офтальмогипертензией – на $8,93 \pm 2,31$ мм рт.ст. (39,2%) от исходного уровня. У пациентов с нормальным уровнем ВГД, а также при начальной стадии ПОУГ с нормальным ВГД снижение офтальмотонуса было менее выражено и составило $3,98 \pm 1,87$ мм рт.ст. (снижение на 24,2%) и $5,4 \pm 2,03$ мм рт.ст. (снижение на 28,2%), соответственно. Факоемульсификация также способствовала нормализации амплитуды суточных колебаний ВГД у пациентов с нормальным уровнем ВГД и с развитой стадией глаукомы на фоне ПЭС [33].

Однако, несмотря на клинически доказанный гипотензивный эффект факоемульсификации катаракты, в настоящее время не существует единого мнения о механизмах его реализации. По мнению ряда авторов, данный эффект обусловлен прежде всего изменением топографии структур передней камеры: а именно, расширением угла передней камеры, увеличением глубины ПК, натяжением волокон цинновой связки и снижением ригидности роговицы [32, 118, 204].

Так, Van Buskirk E.M. (1976) продемонстрировал связь между увеличенным оттоком камерной влаги и степенью натяжения волокон цинновой связки в глазах с открытым УПК. Хирургия катаракты с имплантацией интраокулярной линзы может увеличить механическое натяжение на зонуле с расширением трабекулярных пространств и уменьшением сопротивления оттоку камерной влаги [192].

Биохимическая теория, предложенная Wang N. и соавт. (2003), утверждает, что во время проведения факоемульсификации ультразвуком могут быть индуцированы биохимические изменения в клетках трабекулярной сети [199].

Согласно анатомической теории, предложенной Berdal J. и соавт. (2009), имплантация ИОЛ во время факоемульсификации, предположительно, способствует расслаблению передних волокон цилиарных мышц, изменяется структура трабекулярной сети и улучшается отток водянистой влаги [64].

Strenk S. и соавт. (2010) проанализировали магнитно-резонансные изображения факических и псевдофакических глаз и обнаружили сдвиг увеального тракта кзади в псевдофакических глазах. Авторы также отметили, что увеличение толщины хрусталика может смещать увеальный тракт спереди, при этом сжимается шлеммов канал и уменьшается отток камерной влаги [187].

В исследовании Ковеленовой И.В. (2010) было отмечено достоверное увеличение глубины передней камеры глаза после ФЭ у всех групп пациентов (235 глаз), максимальное увеличение данного показателя было отмечено у пациентов более молодой возрастной группы от 50 до 60 лет – на 1,29 мм. Также было выявлено, что изменение ВГД отличалось в зависимости от анатомо-топографического положения шлеммова канала. Максимальное снижение офтальмотонуса было отмечено у пациентов с задним и средним положением шлеммова канала. Максимальное снижение уровня ВГД через 1 год было достигнуто у пациентов со средним положением шлеммова канала, а через 3 года - у пациентов с задним положением [21].

Shrivastava A. и Singh K. (2010) показали, что конфигурация УПК может влиять на степень снижения ВГД после операции. В частности, доказано, что в глазах с более анатомически узким УПК происходит более выраженное снижение ВГД после факоэмульсификации, чем в глазах с широким УПК [183].

В исследовании Kim M. и соавт. (2012) проводилась оценка изменения глубины передней камеры и ширины УПК у пациентов с ПОУГ (11 глаз) и ПЗУГ (12 глаз) после ФЭ методом оптической когерентной томографии переднего сегмента глаза. Согласно полученным данным, в обеих группах значительно увеличилась глубина передней камеры и ширина УПК. При этом, показатель глубины передней камеры в центральной зоне значительно отличался между группами ПЗУГ и ПОУГ, тогда как угловые параметры не отличались. В раннем послеоперационном периоде в группе пациентов с ПЗУГ уровень ВГД уменьшился на 17% (на 2,91 мм рт. ст.), тогда как в группе пациентов с ПОУГ уровень офтальмотонуса, наоборот, увеличился на 13% (на 1,67 мм рт. ст.). В отдаленном периоде наблюдения (12 мес.) в группе с ПЗУГ уровень ВГД снизился на 27% (4,66 мм рт. ст.) и был значительно ниже предоперационного ВГД ($p=0,018$). В группе пациентов с ПОУГ, по результатам данного исследования, уровень ВГД практически не изменился после операции [129].

Melancia D., Pinto L.A., Neves C. M. (2015) также указывают, что ФЭ приводит к умеренному продолжительному снижению уровня ВГД у пациентов с ПОУГ и ПЗУГ. Из-за присущих каждому типу глаукомы анатомических характеристик данный гипотензивный эффект был более выраженным в глазах с ПЗУГ. С другой стороны, при ПОУГ имеется, главным образом, дисфункция трабекулярной сети, поэтому экстракция катаракты приводит к менее выраженному снижению ВГД, и его механизм остается непонятым до конца. У этих пациентов ФЭ оказывает незначительное влияние на уровень ВГД, но это умеренное и переменное снижение офтальмотонуса может быть клинически значимым и может способствовать достижению

целевого уровня ВГД. Однако, по мнению авторов, для лечения далеко зашедшей стадии глаукомы с некомпенсированным ВГД приоритет следует отдавать более эффективным методам лечения – хирургической антиглаукомной операции или комбинированному хирургическому лечению [149].

По результатам ряда исследований снижение ВГД после факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ обусловлено усилением увеосклерального оттока ВГЖ [19].

Некоторые авторы полагают, что снижение уровня офтальмотонуса обусловлено открытием трабекулярной зоны, ранее не участвовавшей в фильтрации [31].

Таким образом, анализ имеющейся научной литературы по изучаемому вопросу показал, что факоэмульсификация катаракты с имплантацией ИОЛ способствует снижению уровня ВГД у пациентов с возрастной катарактой, а также в группе пациентов с офтальмогипертензией в раннем и отдаленном послеоперационном периодах.

У пациентов с осложненной катарактой на фоне ПЭС отмечают как снижение, так и повышение уровня ВГД в раннем периоде после ФЭ. Данные о состоянии офтальмотонуса в отдаленном послеоперационном периоде крайне малочисленны.

У пациентов с ПОУГ и осложненной катарактой после ФЭ исследователями было отмечено как повышение уровня ВГД, так и снижение в раннем и отдаленном периодах наблюдения.

В литературе часто встречаются данные о снижении уровня офтальмотонуса в раннем и отдаленном послеоперационном периодах у пациентов с ПОУГ и осложненной катарактой на фоне ПЭС. Вместе с тем, существуют отдельные работы, указывающие на значительное повышение уровня ВГД в раннем послеоперационном периоде.

Во многих работах исследователи отмечают снижение ВГД после факоэмульсификации у пациентов с ПЗУГ и напрямую связывают данный

эффект операции с выраженным изменением топографии структур передней камеры глаза.

Важно подчеркнуть, что для понимания механизма влияния операции факоэмульсификации на гидродинамику глаза, необходимо детальное изучение ее показателей, включая коэффициент легкости оттока (C), минутный объем камерной влаги (F). Результаты подобных исследований в научной литературе единичны, анализ проводился только в раннем послеоперационном периоде.

Следует также отметить, что несмотря на гипотензивный эффект факоэмульсификации катаракты, не всегда удается добиться уровня целевого давления у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой.

1.2. Современные комбинированные технологии лечения ПОУГ и осложненной катаракты

При значительном снижении зрительных функций и субкомпенсации ВГД методом выбора, как правило, рассматривается комбинированное лечение, поскольку оно позволяет добиться более выраженного гипотензивного эффекта, в отличие от операции факоэмульсификации катаракты. Преимуществом одномоментного вмешательства является оптимизация экономических, социальных, психологических аспектов, уменьшение количества дней пребывания пациента в стационаре [35, 143].

Совершенствование методов экстракции катаракты, разработка новых антиглаукомных операций способствовало внедрению в клиническую практику в 50-х годах XX века одномоментных комбинированных вмешательств в лечении осложненной катаракты и глаукомы [9, 11, 24, 36].

В научной литературе широко представлены результаты клинической эффективности одномоментного проведения факоэмульсификации катаракты с различными видами хирургических антиглаукомных вмешательств непроникающего и фистулизирующего типа [34, 44, 52, 67, 123].

Большинство хирургических операций, используемых при лечении глаукомы в настоящее время, были введены в клиническую практику в 1960-х годах [96, 167]. Так, используемая с середины 1960-х годов трабекулэктомия быстро стала хирургической операцией выбора для снижения уровня ВГД [54, 75, 150, 167, 184, 197].

Следует отметить, что в ходе операции трабекулэктомии создается фистула между передней камерой глаза и субконъюнктивальным пространством, которая покрывается склеральным лоскутом [150, 167, 179]. Резкая декомпрессия глаза, чрезмерная фильтрация и, как следствие, выраженная гипотония, вызванные разгерметизацией передней камеры, являются потенциальными осложнениями в послеоперационном периоде данной хирургической техники, которые могут привести к ухудшению зрения [63, 71, 179].

С целью снижения риска послеоперационных осложнений, связанных с вскрытием передней камеры, началась разработка новых непроникающих хирургических методов [61, 62].

Предшественником непроникающей фильтрующей хирургии, несомненно, является Краснов М.М., который в 1964 году предложил вмешательство, названное синусотомией. Синусотомия заключалась в резекции склеральной пластинки над шлеммовым каналом протяженностью около 120° [132, 133], но данная технология не нашла широкого клинического применения.

Наибольшее распространение в клинической практике получили хирургические вмешательства непроникающего типа: непроникающая глубокая склерэктомия, разработанная Федоровым С.Н. и Козловым В.И. (1987), и вискоканалостомия, предложенная Stegmann R. в 1980-е годы [50, 150, 167, 186, 209]. Данные операции направлены на снижение ВГД за счет усиления оттока по естественным путям дренажного аппарата при одновременном снижении сопротивления оттоку, обусловленного предположительно на 75% трабекулярной сетью и на 25% наружной стенкой

шлеммова канала и юкстаканаликулярной тканью [112, 150, 154, 173, 178]. Оба вмешательства включают удаление глубокого склерального лоскута, наружной стенки шлеммова канала и стромы роговицы над десцеметовой мембраной [55, 109]. Фильтрация водянистой влаги осуществляется через интактную трабекулодесцеметовую мембрану, далее из интрасклерального пространства внутриглазная жидкость оттекает по различным путям [50]. При вискоканалостомии в устье шлеммова канала с целью расширения его просвета и его коллекторных каналов вводится высокомолекулярное вязкоупругое вещество [55, 76, 186].

По данным научных исследований непроникающая глубокая склерэктомия и вискоканалостомия могут обеспечить снижение ВГД в среднем более чем на 30% от исходного уровня при открытоугольной глаукоме в отдаленном послеоперационном периоде (до 4-х лет), и более чем в 20% случаев позволяет достигнуть нормализации офтальмотонуса без применения гипотензивных средств [81]. Тем не менее, степень и продолжительность гипотензивного эффекта ниже, чем после трабекулэктомии [65].

Начиная с 1990-х годов в хирургии глаукомы интраоперационно стали активно применяться различные имплантаты (дренажи), а также препараты антиметаболитов, в частности митомицина С и 5-фторурацила, которые препятствуют рубцеванию в зоне вмешательства [65, 81, 85, 103, 131].

С 1995 года большинство новых антиглаукомных операций включало применение новых имплантируемых устройств, включая шунты SOLX, iStent и Ex-PRESS [167].

В последние годы у пациентов с осложненной катарактой и ПОУГ широко используются микроинвазивные комбинированные вмешательства, проводимые поэтапно или одномоментно [5, 34]. Способы одномоментного комбинированного лечения обеспечивают ускорение процессов заживления, сокращение сроков реабилитации и получение высоких, стабильных

зрительных функций, а также стойкий гипотензивный эффект в отдаленном послеоперационном периоде.

1.2.1. MIGS-технологии в комбинированном лечении ПОУГ и осложненной катаракты

В настоящее время за рубежом наиболее актуальными и широко распространенными становятся методики минимально инвазивной хирургии глаукомы — MIGS (minimally invasive glaucoma surgery) [41, 89].

Считается, что при первичной открытоугольной глаукоме структурами с наибольшим сопротивлением оттоку водянистой влаги являются трабекулярная сеть (ТС) и внутренняя стенка шлеммова канала. Усиление оттока внутриглазной жидкости через трабекулярную сеть приводит к снижению внутриглазного давления. Методики MIGS направлены на снижение сопротивления оттоку на уровне трабекулы и шлеммова канала.

Безопасность и техническая простота методик MIGS, а также успешность применения в комбинации с факоэмульсификацией обеспечили широкое распространение данных вмешательств. Согласно ряду научных исследований, выполнение MIGS-технологий одновременно с факоэмульсификацией катаракты способствует достижению оптимальных результатов [89, 93, 104, 125, 126].

В ходе операции факоэмульсификации катаракты обеспечивается безопасный доступ к структурам угла передней камеры, и, таким образом, данная операция может рассматриваться как базовая основа для выполнения методик MIGS [89]. Значительное усиление достигаемого гипотензивного эффекта при выполнении MIGS-процедуры в ходе факоэмульсификации обусловлено снижением сопротивления оттоку камерной влаги на уровне трабекулы [89, 93, 104]. Тем не менее, суммарный гипотензивный эффект одномоментного выполнения факоэмульсификации с методиками MIGS

существенно уступает гипотензивному эффекту фистулизирующих операций [89].

MIGS технологии не подразумевают создания интрасклерального пространства, следовательно, при выполнении вмешательств такого рода отсутствуют ряд осложнений: кистозная фильтрационная подушка, наружная фильтрация и рубцевание [89]. Также несомненным преимуществом MIGS технологий является минимальный риск осложнений и минимальное влияние на течение послеоперационного периода и функциональные результаты факоэмульсификации [89, 93, 104].

MIGS методики в зависимости от типа доступа подразделяются на выполняемые *ab interno* и *ab externo*. К операциям, предусматривающим доступ *ab externo*, относятся *ab externo* каналоластика и имплантация каналорасширителя Stegmann [74, 104].

Хирургия шлеммова канала *ab interno* включает в себя 4 новых хирургических подхода: (1) удаление трабекулярной сети и внутренней стенки шлеммова канала с помощью внутреннего доступа (*ab interno trabeculectomy*); (2) имплантация микрошунта для обхода ТС; (3) нарушение целостности ТС и внутренней стенки шлеммова канала через внутренний доступ – трабекулотомия (*ab interno trabeculotomy*) и (4) расширение шлеммова канала через внутренний доступ – каналоластика (*ab interno canaloplasty*) [68, 94].

Первая категория включает использование следующих устройств: Trabectome (Neomedix, Tustin, CA, США) и Kahook Dual Blade (New World Medical, Rancho Cucamonga, CA, США) [68, 94]. Вторая категория включает применение микрошунта iStent (Glaukos, Laguna Hills, CA, США), а также импланта Hydrus Microstent (Ivantis, Irvine, CA, США) [68, 94]. Третья группа включает в себя транслюминальную трабекулотомию с гониоскопической визуализацией (катетер iSciences, Ellex, Adelaide, Australia) и трабекулотомию протяженностью 360 ° (трабекулотом TRAB360, Sight Sciences, Menlo Park, CA, США) [68, 94, 107]. Четвертая группа включает *ab interno* каналоластику – iTrack (Ellex) и Visco360 (Sight Sciences) [68, 94, 111, 127, 128, 130]. В

отличие от операций ab externo, таких как трабекулэктомия и имплантация трубчатых шунтов, вмешательства ab interno рассматриваются как операции «внутренней фильтрации» и выполняются с помощью внутреннего доступа с гониоскопической визуализацией. Опубликованные результаты показывают, что данные хирургические вмешательства являются безопасными и эффективными в лечении открытоугольной глаукомы [68, 94].

Ab interno трабекулэктомия выполняется с помощью специального устройства Trabectome (Neomedix, Tustin, CA, США), тончайший наконечник (1,7 мм) которого содержит биполярный электрод с частотой 550 кГц с регулируемой мощностью (рисунок 1) [60, 126, 139]. Trabectome вводится в переднюю камеру глаза через роговичный разрез, и производится абляция трабекулярной сети и внутренней стенки шлеммова канала протяженностью от 90° до 180°, при этом образуется канал для естественного оттока внутриглазной жидкости [126, 139].



Рисунок 1. Устройство Trabectome (Neomedix, США). Наконечник из нержавеющей стали и титана содержит биполярный электрод (550 кГц).

Наиболее частым послеоперационным осложнением, которое наблюдается практически в 100% случаев, является рефлюкс крови из коллекторных каналов [139]. Однако, по мнению авторов, риск осложнений

при данной методике меньше, чем при выполнении трабекулэктомии [126, 139, 190, 203].

В случае выполнения данного вмешательства в комбинации с факоэмульсификацией катаракты, *ab interno* трабекулэктомия следует проводить первым этапом лечения [126].

Jeа S.Y. и соавт. (2012) отметили, что у пациентов с ПОУГ и декомпенсированным уровнем ВГД к концу 2-го года наблюдения *ab interno* трабекулэктомия менее эффективна – нормализация ВГД в 22,4% случаев, в отличие от трабекулэктомии – в 76,1% случаев ($P < 0,001$). Также частота повторных антиглаукомных вмешательств выше в группе *ab interno* трабекулэктомии – 43,5% случаев по сравнению с группой пациентов, которым проводилась трабекулэктомия – 10,8% случаев ($P < 0,001$). Однако, по данным авторов, частота послеоперационных осложнений выше в группе трабекулэктомии ($P < 0,001$) [122].

Nazarali S. и соавт. (2018) показали, что к 12 месяцам наблюдения после *ab interno* трабекулэктомии у пациентов негроидной расы с ПОУГ средний уровень ВГД снизился с $21,2 \pm 6,8$ мм рт. ст. до $16,1 \pm 4,1$ мм рт. ст. ($p < 0,01$), у пациентов европеоидной расы – с $21,2 \pm 6,8$ мм рт. ст. до $15,7 \pm 4,2$ мм рт. ст. ($p < 0,01$). Среднее количество применяемых гипотензивных средств после лечения у пациентов негроидной и европеоидной рас снизилось с $2,4 \pm 1,3$ до $2,0 \pm 1,4$ ($p = 0,13$) и с $2,4 \pm 1,2$ до $1,7 \pm 1,3$ ($p < 0,01$) соответственно [153].

Bussel I. I., Kaplowitz K. и соавт. (2015) проанализировали результаты лечения пациентов методом *ab interno* трабекулэктомии и *ab interno* трабекулэктомии с факоэмульсификацией при разных степенях открытия УПК [73]. Проспективное исследование включало 671 пациента (671 глаз), период наблюдения составил 1 год. Через 1 год после *ab interno* трабекулэктомии в группе пациентов с узким УПК ($n=43$) уровень ВГД снизился на 42% от исходного – с $27,3 \pm 7,4$ мм рт.ст. до $15,7 \pm 3,0$ мм рт. т. ($p < 0,01$), в группе пациентов с открытым УПК ($n=271$) – на 37%, с $26,1 \pm 7,8$ до $16,4 \pm 3,9$ мм рт. ст. ($p < 0,01$).

Через 1 год после проведенной *ab interno* трабекулэктомии с факоэмульсификацией катаракты у пациентов с узким УПК ($n = 48$) и открытым УПК ($n = 309$) уровень ВГД снизился на 24% (с $20,7 \pm 7,0$ мм рт.ст. до $15,7 \pm 3,6$ мм рт. ст.; $p < 0,01$) и на 25% (с $22,6 \pm 6,4$ до $17,0 \pm 3,4$ мм рт. ст.; $p < 0,01$) соответственно. Так, между группами пациентов с узким и открытым УПК не было выявлено статистически достоверных различий по степени снижения ВГД, по среднему количеству используемых гипотензивных препаратов, частоте осложнений и повторных хирургических вмешательств ($p > 0,05$) [73].

Wecker T. и соавт. (2016) изучали клиническую эффективность *ab interno* трабекулэктомии после предшествующей неэффективной антиглаукомной хирургической операции [200]. Под наблюдением находились 60 пациентов (60 глаз) с первичной открытоугольной или псевдоэксфолиативной глаукомой, которым ранее была проведена трабекулэктомия. Пациентам проводилась или только *ab interno* трабекулэктомии, или в сочетании с факоэмульсификацией. Согласно полученным данным, средний уровень ВГД уменьшился с $24,5 \pm 3,5$ мм рт.ст. до $15,7 \pm 3,4$ мм рт.ст. (на 36% от исходного уровня) в течение 415 дней наблюдения. Среднее количество гипотензивных препаратов уменьшилось с $2,1 \pm 1,3$ до $1,8 \pm 1,2$ – на 14% по сравнению с исходными значениями. Примерно в 25% случаев ($n=15$) потребовалось проведение повторной операции после 517 дней (диапазон от 6 до 1563 дней). Никаких серьезных осложнений, по результатам исследования отмечено не было [200].

При сроке наблюдения в среднем 415 дней было отмечено, что коэффициент «квалифицированного успеха» у пациентов с продвинутыми стадиями глаукомы (снижение ВГД на 40% от исходного уровня и ВГД ≤ 15 мм рт.ст. с использованием гипотензивных средств) составляет 87% при псевдоэксфолиативной глаукоме и 50% - при ПОУГ. По мнению авторов, *ab interno* трабекулэктомия безопасна и эффективна у пациентов с повышенным

уровнем ВГД после ранее перенесенной трабекулэктомии, и особенно при псевдоэксфолиативной глаукоме [200].

Результаты применения технологии одномоментной эндотрабекулэктомии и факоэмульсификации катаракты у пациентов с ПОУГ и осложненной катарактой представлены в исследовании Самойленко А.И. и соавт. (2011) [44]. Под наблюдением находились 98 пациентов (115 глаз) с различными стадиями компенсированной или субкомпенсированной ПОУГ. Хирургическая техника предложенного способа заключалась в том, что после введения вискоэластика в переднюю камеру глаза под гониоскопическим визуальным контролем при помощи эндокоагулятора толщиной 23G производилась эндотрабекулэктомия (по верхней и нижней границе трабекулярной зоны двумя линейными движениями наконечника, протяженность 90°). Выделенный фрагмент трабекулярной ткани удалялся, далее проводились последующие этапы факоэмульсификации катаракты. Снижение уровня ВГД на 25-30% от исходного с использованием прежнего количества гипотензивных средств либо с уменьшением их числа авторы расценивали как положительный гипотензивный эффект операции эндотрабекулэктомии в сочетании с ФЭ, что и было достигнуто у 89% пациентов. В отдаленном послеоперационном периоде (12 месяцев) после комбинированной операции было отмечено статистически достоверное снижение среднего уровня ВГД с $24,0 \pm 3,9$ до $16,3 \pm 1,8$ мм рт.ст. В 62% случаев количество используемых гипотензивных средств уменьшилось с $2,4 \pm 0,7$ до $1,3 \pm 0,5$. Авторы сделали вывод, что новая технология безопасна, в ходе исследования была показана ее эффективность – достигнуты высокие зрительные функции и стабилизация глаукомного процесса [44].

Matlach J. и соавт. (2015) в сравнительном исследовании эффективности трабекулэктомии и каналопластики у пациентов с ПОУГ, отметили, что снижение ВГД ≤ 18 мм рт.ст. без или с применением гипотензивных препаратов было достигнуто в 74,2% после трабекулэктомии, и в 39,1% – после каналопластики ($p = 0,01$) через 2 года после лечения [44]. Снижение ВГД на

$\geq 20\%$ от исходного уровня после трабекулэктомии и каналоластики было достигнуто в 67,7% и 39,1% случаев соответственно ($p = 0,04$). Через 2 года после трабекулэктомии средний уровень ВГД был равен $11,5 \pm 3,4$ мм рт.ст. (снижение на $10,8 \pm 6,9$ мм рт.ст. от исходного) и после каналоластики – $14,4 \pm 4,2$ мм рт.ст. (снижение на $9,3 \pm 5,7$ мм рт.ст.) ($p=0,47$). Авторы отметили, что после проведения трабекулэктомии осложнения были более частыми: в 37,5% случаев отмечали гипотонию, в 12,5% случаев – хориоидальную отслойку [147].

Как было описано выше, вторая категория MIGS вмешательств подразумевает имплантацию микрошунтов (микростентов) для обхода трабекулярной сети.

iStent представляет собой титановый шунт, покрытый гепарином, который вводится в полость шлеммова канала доступом ab interno (рисунок 2).

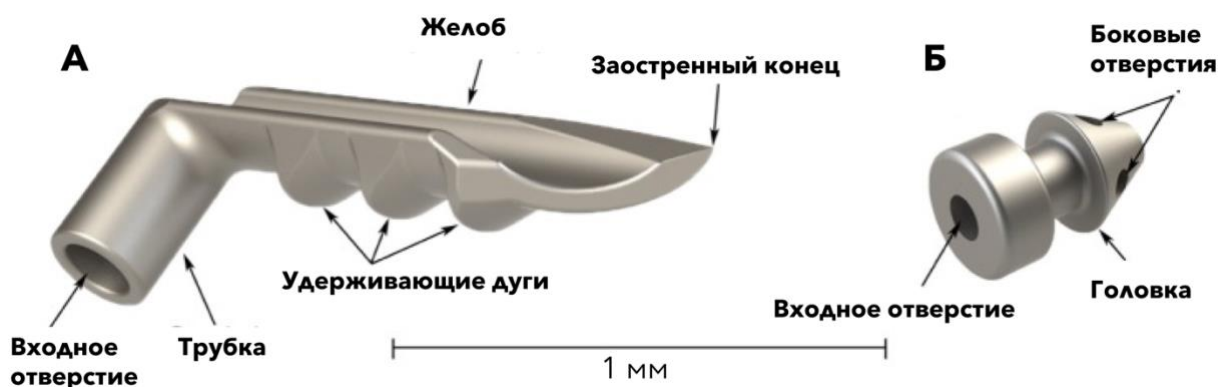


Рисунок 2. Типы устройства iStent:

А. iStent - стент 1-го поколения с заостренным концом, который вводится в шлеммов канал с помощью боковой скользящей техники, правильное положение обеспечивается удерживающими дугами.

Б. iStent inject - стент 2-го поколения, снабжен 4-мя боковыми отверстиями, которые находятся внутри шлеммова канала, центральный просвет обращен в переднюю камеру. Данная модель исключает необходимость бокового скользящего движения в технике операции.

Samuelson T.W., Katz L.J. и соавт. (2011) изучали клиническую эффективность комбинированного лечения – имплантации шунта iStent с ФЭ. В исследование было включено 240 глаз с начальными стадиями глаукомы с уровнем ВГД ≤ 24 мм рт.ст., количество применяемых гипотензивных средств было от 1 до 3. Пациенты были разделены на две группы: основная – iStent с ФЭ и контрольная – ФЭ. Согласно результатам исследования, снижение ВГД $\geq 20\%$ без необходимости применения гипотензивных препаратов наблюдалось в 66% случаев в группе iStent с ФЭ, и в 48% – в группе ФЭ ($p=0,003$) [175]. Так, через 1 год после проведенного лечения снижение ВГД с уменьшением количества местных гипотензивных средств было клинически и статистически достоверно более выраженным после имплантации iStent с ФЭ в сравнении с группой ФЭ; общий профиль безопасности данного комбинированного лечения аналогичен таковому при факоэмульсификации катаракты [82, 175].

В научной литературе представлены результаты исследования Seibold L.K. и соавт. (2016), которые изучали эффективность комбинированного вмешательства – имплантации iStent с факоэмульсификацией катаракты – при компенсированной ПОУГ и осложненной катаракте (45 пациентов, 64 глаза) [177]. Через 1 год после комбинированного лечения средний уровень ВГД был снижен с $14,7 \pm 3,2$ мм рт. ст. до $13,2 \pm 2,8$ мм рт.ст. ($p < 0,01$); среднее количество используемых гипотензивных средств уменьшилось с $1,81 \pm 1,13$ до $1,41 \pm 1,48$ ($p = 0,0001$). Снижение ВГД в сроки 6 и 12 месяцев составило в среднем 9,7% от исходного уровня ($p=0,01$) и 12,2% ($p=0,002$) соответственно. Снижение ВГД более, чем на 20% от исходного уровня через 1 год было достигнуто в 76,1% случаев, и в 41% случаев пациенты не использовали местные гипотензивные препараты. Так, на основе результатов исследования авторами была доказана эффективность комбинированной хирургии катаракты и имплантации микрошунта iStent у пациентов с ПОУГ при исходном нормальном уровне ВГД [177].

Микроштент Hydrus («Ivantis Inc.», США), изготовленный из сплава никеля с титаном, имеет форму «полумесяца» (рисунок 3), вводится в просвет шлеммова канала, расширяет его (примерно на 166 мкм по всей длине шунта, на 241 мкм - в области входного отверстия) и поддерживает в таком состоянии, способствуя улучшению оттока внутриглазной жидкости в обход трабекулярной сети [102].

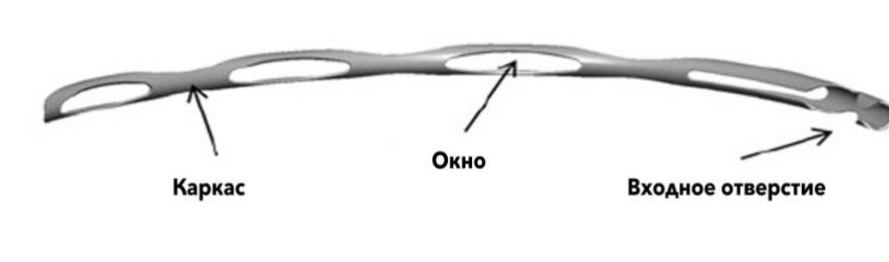


Рисунок 3. Микроштент Hydrus (Ivantis Inc., США)

По некоторым данным при имплантации Hydrus отмечен более выраженный гипотензивный эффект в сравнении с имплантацией двух шунтов iStent [56].

В рандомизированном клиническом исследовании Pfeiffer N., Garcia-Feijoo J. и соавт. (2015) наблюдали 100 пациентов (100 глаз) с ПОУГ и осложненной катарактой [159]. Исходный уровень ВГД (P_0) был ≤ 24 мм рт.ст. Пациенты были разделены на две группы: пациентам одной группы проводилось комбинированное лечение – имплантация Hydrus Microstent (Ivantis, Inc, Irvine, CA) с факоемульсификацией катаракты (Hydrus с ФЭ), пациентам второй группы – только ФЭ. В отдаленном послеоперационном периоде (24 месяца) доля пациентов, у которых отмечалось снижение ВГД на 20% от исходного уровня, была значительно выше в группе Hydrus с ФЭ по сравнению с группой ФЭ – 80% и 46% соответственно ($p=0,0008$) [159]. Средний уровень ВГД через 24 месяца после лечения был значительно ниже в группе Hydrus с ФЭ по сравнению с группой ФЭ – $16,9 \pm 3,3$ мм рт.ст. и $19,2 \pm 4,7$ мм рт.ст. соответственно ($p=0,0093$). Также доля пациентов, не

применявших гипотензивные средства, была значительно выше в группе комбинированного лечения – 73%, после ФЭ – 38% пациентов ($p=0,0008$) [159].

По данным Fea A.M., Rekas M. и соавт. (2017) в отдаленном периоде наблюдения после комбинированного лечения (Hydrus с ФЭ) средний уровень ВГД составил $15,5\pm 2,7$ мм рт.ст. через 1 год и $15,7\pm 2,5$ мм рт.ст. через 2 года ($p < 0,001$) при исходном среднем ВГД $19,4\pm 4,4$ мм рт.ст. Степень снижения ВГД коррелировала с исходным уровнем ВГД ($R^2=0,72$). Среднее количество гипотензивных препаратов до операции было равно $2,1\pm 1,0$, и значительно снизилось через 1 год – до $0,6\pm 1,0$, через 2 года – до $0,7\pm 1,0$ ($p < 0,001$). К концу периода наблюдения (2 года) 64% пациентов не использовали гипотензивные препараты [90].

В исследовании Lee G.A., Porter A.J. (2019) при сравнении групп пациентов после комбинированных методов лечения – iStent с ФЭ и Hydrus с ФЭ с группой ФЭ было показано, что к 6 месяцам в группе iStent с ФЭ наблюдалось снижение ВГД на 4,2 мм рт.ст., в группе Hydrus с ФЭ – на 4,5 мм рт.ст., и эта тенденция поддерживалась в течение последующих 2-х лет наблюдения. Во всех группах наблюдалось уменьшение среднего количества гипотензивных используемых пациентами препаратов: после фактоэмульсификации катаракты на 0,3, в группах iStent с ФЭ и Hydrus с ФЭ – на 0,7 и 1,1 соответственно [138].

Ab interno трабекулотомия (ab interno trabeculotomy) проводится с помощью специального устройства TRAB360 (Sight Sciences) или катетера iSciences (Ellex), который вводится в переднюю камеру, при гониоскопической визуализации канюля системы используется для прокалывания трабекулярной сетки и входа в шлеммов канал. Микрокатетер продвигается в просвете шлеммова канала, и при извлечении устройства прорезает трабекулярную сеть, оставляя широкое отверстие в шлеммовом канале (рисунок 4).

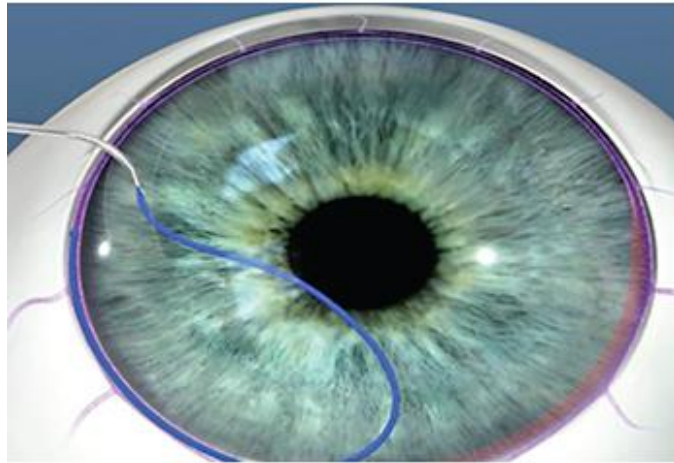


Рисунок 4. Схема проведения ab interno трабекулотомии, в просвете шлеммова канала устройство TRAB360 (Sight Sciences), при извлечении устройства микрокатетер пререзает трабекулярную сеть.

Tanito M. и соавт. (2017) представили результаты комбинированного лечения 48 пациентов (68 глаз), которым проводилась факоэмульсификация катаракты с одномоментной ab interno трабекулотомией (microhook) [189]. Через 9,5 месяцев после лечения средний уровень ВГД снизился с $16,4 \pm 2,9$ мм рт.ст. до $11,8 \pm 4,5$ мм рт.ст. ($p < 0,0001$); среднее количество гипотензивных препаратов уменьшилось с $2,4 \pm 1,2$ до $2,1 \pm 1,0$ ($p = 0,0039$). Согласно результатам проведенного исследования, через 9,5 месяцев после лечения в 79% случаев (54 глаза) ВГД снизилось на 15% и более от исходного уровня [189].

В научной работе Томиловой Е.В. (2016) показана безопасность, техническая простота и длительное сохранение гипотензивного эффекта после селективной трабекулотомии ab interno, проведенной одномоментно с факоэмульсификацией катаракты (32 глаза) [47]. Пациентам контрольной группы (29 глаз) проводилась только ФЭ. Срок наблюдения составил 3 года. Статистически достоверных отличий по уровню ВГД через 3 года после лечения получено не было. В основной группе пациентов отмечено статистически достоверное снижение среднего количества гипотензивных препаратов. Так, через 1 неделю после комбинированного лечения среднее количество гипотензивных средств составило $0,4 \pm 0,1$, в контрольной группе –

2,1±0,2; через 3 года после лечения – 0,9±0,2 и 2,4±0,3 соответственно. В контрольной группе частота выполнения повторных гипотензивных вмешательств была 5 раз выше, чем в основной группе [47].

Иванов Д.И. и соавт. (2016) у пациентов с субкомпенсированным ВГД в качестве антиглаукомного этапа лечения предлагает проводить трабекулотомию *ab interno*. Данная технология предусматривает механическое разрушение трабекулярной сети и внутренней стенки шлеммова канала с помощью специального инструмента – трабекулотома, который вводится в переднюю камеру глаза через парацентез; вмешательство выполняется под непосредственным гониоскопическим контролем [17]. Данный способ лечения безопасен и имеет патогенетическую направленность, техника проведения вмешательства относительно проста [15, 16]. По мнению авторов, трабекулотомия *ab interno* имеет достаточно стойкий гипотензивный эффект, а именно, в отдаленном послеоперационном периоде (от 5 до 7 лет) гипотензивный эффект без применения гипотензивных препаратов достигнут в 78% случаев (68 из 87 глаз), с применением гипотензивных средств нормализации ВГД удалось добиться в 92% случаев [15].

Ab interno каналопластика предусматривает реконструкцию естественных путей оттока внутриглазной жидкости путем расширения просвета шлеммова канала через внутренний доступ. Данная технология является безопасной и эффективной, и не сопряжена с такими осложнениями, как рубцовые изменения и инкапсуляция фильтрационной подушки, присущими *ab externo* каналопластике [206].

При проведении *ab interno* каналопластики выполняют роговичный разрез шириной около 1,5-1,8 мм, передняя камера заполняется вискоэластиком, далее под визуальным гониоскопическим контролем выполняют разрез внутренней стенки шлеммова канала протяженностью 1 мм и в шлеммов канал вводится наконечник микрокатетера – *iTrack* (Ellex) (рисунок 5) или *Visco360* (Sight Sciences) (рисунок 6). Далее по мере удаления

наконечника, в просвет шлеммова канала вводится вискоэластическое вещество.



Рисунок 5. Схема ab interno каналоластики, устройство iTrack (Ellex), введенное в просвет шлеммова канала.



Рисунок 6. Наконечник микрокатетера Visco360 (Sight Sciences)

Xin и соавт. (2018) выделили основные механизмы снижения ВГД в результате ab interno каналоластики: 1) дилатация шлеммова канала на всем протяжении и прилегающих коллекторных каналов; 2) образование микротрещин; 3) образование большего количества пор за счет биомеханического натяжения и локальное расслоение между эндотелием шлеммова канала и базальной мембраной; 4) активация стволовых клеток постоянным механическим напряжением; 5) удаление образовавшихся при повышенном уровне ВГД «выпячиваний» трабекулярной сети в просвет шлеммова канала [202, 207]. Согласно Irshad F.A. и соавт. (2010), средний диаметр шлеммова канала in vivo составляет 121 мкм, а микрокатетера, вводимого в просвет шлеммова канала – 250 мкм. Так в процессе введения микрокатетера и вискодилатации достигается достаточное расширение просвета шлеммова канала [120]. По данным Braakman S.T. и соавт. (2015) количество пор в стенке шлеммова канала у пациентов с глаукомой снижено [69]. В сравнении с ab externo трабекулэктомией, каналоластика имеет следующие преимущества: отсутствие фильтрационной подушки и, соответственно,

отсутствие необходимости применения антимагнетоболитов, меньшее количество осложнений и длительный гипотензивный эффект вмешательства. По данным Harvey B.J. и соавт. (2011) основными интраоперационными осложнениями каналоластики являются: затруднения при канюлировании шлеммова канала, отслоение десцеметовой мембраны и неправильное прохождение микрокатетера [114]. При этом, послеоперационная микрогифема расценивается как положительный прогностический показатель каналоластики [105].

Через 12 месяцев после ab interno каналоластики, по данным Gallardo M.J. и соавт. (2018), уровень ВГД в среднем снизился на 32,8%, а количество гипотензивных препаратов – на 51,1% ($p < 0,001$), при этом в 30,8% случаев нормализация ВГД достигнута без использования гипотензивных средств. При проведении ab interno каналоластики с ФЭК+ИОЛ, через 12 месяцев уровень офтальмотонуса снизился на 31,7% ($p < 0,001$), количество применяемых гипотензивных средств уменьшилось на 71,1% ($p < 0,001$), в 50% случаев пациенты не использовали гипотензивные препараты. В среднем в 84,9% случаев было достигнуто снижение ВГД более чем на 20% от исходного [98].

К микроинвазивным антиглаукомным вмешательствам также относится имплантация XEN Gel Stent, получившая широкое применение в зарубежной клинической практике.

XEN Gel Stent (Allergan plc, Dublin, Ireland) представляет собой имплантат длиной 6 мм и диаметром 45 мкм, состоящий из желатина, связанного с глутаральдегидом, который при гидратации незначительно набухает и становится гибким после имплантации [193, 83]. Имплантат вводится ab interno через роговичный разрез с помощью одноразового инжектора с иглой 27G и после имплантации расположен одним концом в передней камере глаза (1 мм), проходит интрасклерально (3 мм) и другим концом находится в субконъюнктивальном пространстве (2 мм) (рисунок 7), таким образом обеспечивая отток водянистой влаги [83, 170, 193].

De Gregorio A. и соавт. (2018) изучали эффективность и безопасность имплантации стента XEN Gel Stent в сочетании с фактоэмульсификацией катаракты. 33 пациентам (41 глаз) с открытоугольной глаукомой был имплантирован XEN Gel Stent и проведена ФЭ. В конце наблюдения (12 месяцев) оценивался «полный успех» лечения (послеоперационный ВГД ≥ 6 и ≤ 17 мм рт. ст. без гипотензивных препаратов) и «квалифицированный успех» (уровень ВГД после лечения ≥ 6 и ≤ 17 мм рт.ст. с применением гипотензивных средств). Согласно результатам исследования, «полный успех» был достигнут в 80,4%, «квалифицированный успех» был отмечен в 97,5% случаев. Средний уровень ВГД до лечения составлял $22,5 \pm 3,7$ мм рт.ст., количество используемых гипотензивных средств $2,5 \pm 0,9$. Через 12 месяцев после проведенного лечения средний уровень ВГД был равен $13,1 \pm 2,4$ мм рт.ст. (снижение на 41,82%; $p < 0,05$), среднее количество гипотензивных препаратов уменьшилось до $0,4 \pm 0,8$ ($p < 0,05$). Серьезных интра- и послеоперационных осложнений авторами отмечено не было [84].

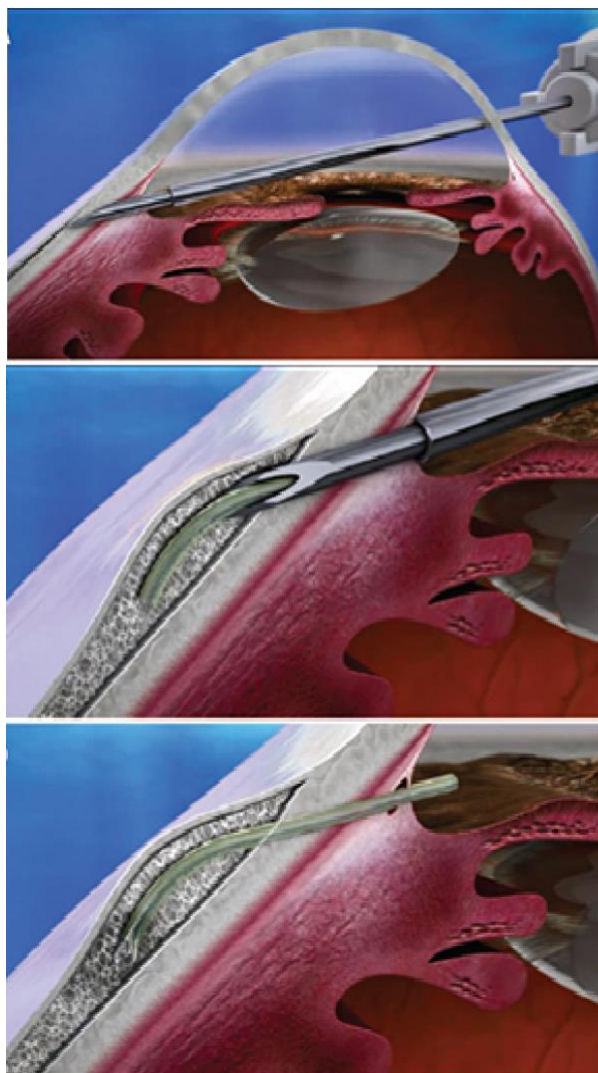


Рисунок 7. Схема имплантации XEN Gel Stent.

В исследовании Hohberger B. и соавт. (2018) пациентам с открытоугольной глаукомой проводилась комбинированная имплантация XEN Gel Stent с фактоэмульсификацией катаракты (30 глаз) и имплантация XEN Gel Stent без экстракции катаракты (81 глаз). «Полный терапевтический

успех» определялся как целевое ВГД <18 мм рт.ст. в течение 6 месяцев после лечения без местной гипотензивной терапии или необходимости повторных хирургических вмешательств. «Квалифицированный успех» определялся как уровень ВГД <18 мм рт. ст. с применением 1-2 гипотензивных препаратов. «Полный терапевтический успех» был достигнут в 46,9% случаев в группе пациентов с имплантацией XEN Gel Stent и в 53,3% случаев после комбинированного лечения (XEN с ФЭ), «квалифицированный успех» наблюдался в 2,5% и в 3,3% случаев соответственно. По мнению авторов, имплантация XEN Gel Stent без или с хирургией катаракты обладает схожим гипотензивным эффектом у пациентов с открытоугольной глаукомой [117].

Таким образом, имплантация XEN Gel Stent эффективно снижает ВГД и способствует уменьшению количества используемых гипотензивных препаратов с низкой частотой осложнений. Однако, отсутствуют долгосрочные данные о клинической и экономической эффективности [79].

Еще одним из альтернативных путей оттока внутриглазной жидкости при хирургии глаукомы является создание сообщения передней камеры глаза с супрахориоидальным пространством [124].

Еще в 1900 году Fuchs E. описал случайное создание «расщелины» циклодиализа в некоторых случаях после удаления катаракты. Из-за разницы в гидростатическом давлении в передней камере и супрахориоидальном пространстве после образования такой «расщелины» офтальмотонус значительно снижался [97].

В дальнейшем, Heine L. (1905) разработал специальную лопаточку для циклодиализа, чтобы было возможно целенаправленно и воспроизводимо создавать «расщелину» циклодиализа. К сожалению, в послеоперационном периоде возникали осложнения, результат не всегда был предсказуемым – частота гипотонии была высокая, а также нередкими были эпизоды резкого подъема ВГД при самопроизвольном закрытии сформированной «расщелины» [116].

В 1967 году у Gills J.P. и соавт. возобновился интерес к подобным вмешательствам, и ими было предложено имплантировать тефлоновый имплантат в «расщелину», чтобы поддерживать постоянный отток ВГЖ и предотвратить её внезапное закрытие. Хотя краткосрочные результаты были обнадеживающими, сложная техника операции, выраженная воспалительная реакция и эпизоды подъема ВГД препятствовали долгосрочному успеху данного вмешательства [99].

В настоящее время, благодаря улучшенной оптике микроскопов и наличия тщательно продуманных микроинструментов, доступ к супрахориоидальному пространству возможен минимально инвазивным способом [124].

Устройство CyPass Micro-Stent («Transcend Medical», США) представляет собой фенестрированный микростент, изготовленный из биосовместимого полиамидного материала, длиной 6,35 мм с диаметром просвета 300 мкм (рисунок 8) [57, 70, 174]. CyPass Micro-Stent вводится в супрахориоидальное пространство под гониоскопическим контролем, дистальный конец находится в передней камере глаза, таким образом, устройство обеспечивает отток водянистой влаги через увеосклеральный путь (рисунок 9) [57, 70, 174].



Рисунок 8. Устройство CyPass Micro-Stent (Transcend Medical)

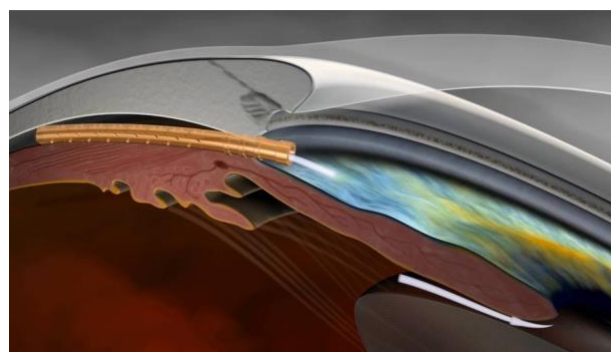


Рисунок 9. Схема правильного положения устройства CyPass Micro-Stent в глазу

По результатам научных исследований была доказана клиническая эффективность имплантации CyPass Micro-Stent, в том числе и при комбинированных вмешательствах [88, 106, 174, 195]. После имплантации CyPass Micro-Stent с ФЭ через 12 и 24 месяцев наблюдения снижение офтальмотонуса было в среднем на $5,86 \pm 1,06$ мм рт.ст. (174 пациента) и на $3,92 \pm 2,75$ мм рт. ст. (100 пациентов) соответственно ($p < 0,0001$) [140].

К 24 месяцам наблюдения после имплантации CyPass Micro-Stent с ФЭ (374 глаза) уровень ВГД снизился в среднем на $7,4 \pm 4,4$ мм рт.ст. (на 30% от исходного уровня), и на $5,4 \pm 3,9$ мм рт.ст. (на 21% от исходного уровня) в группе ФЭ (131 глаз) [174, 195].

Согласно данным Reiss G., Clifford B. и соавт. (2019), через 5 лет после имплантации CyPass Micro-Stent с ФЭ среднее снижение ВГД $> 20\%$ от исходного уровня без применения гипотензивных препаратов было отмечено в 46% случаев [168].

Однако, устройство CyPass Micro-Stent было отозвано с мирового рынка производителем, т.к. появились данные о высоком проценте потери эндотелиальных клеток после его имплантации [165]. По данным исследования Lass J.H., Benetz V.A. и соавт. (2019) в отдаленном послеоперационном периоде (5 лет) после имплантации CyPass Micro-Stent с ФЭ (282 глаза) потеря эндотелиальных клеток роговицы в среднем составила 20,4% по сравнению с исходными данными [135].

В научной литературе представлены также результаты лечения с применением различных устройств, обеспечивающих отток водянистой влаги в супрахориоидальное пространство: золотой микро-шунт SOLX (SOLX Ltd., Waltham, MA) [92, 148, 169], iStent Supra (Glaukos Corporation, Laguna Hills, CA, USA) [144, 152], Aquashunt (OPKO Health Inc., Miami, FL, USA) [95], STARflo (iSTAR Medical, Isnes, Belgium) (рисунки 10-12) [163, 164].

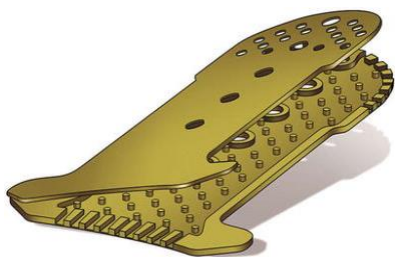


Рисунок 10. Золотой микрошунт SOLX (SOLX Ltd.)



Рисунок 11. iStent Supra (Glaukos)



Рисунок 12. STARflo (iSTAR Medical)

В отечественной научной литературе Трубилиным В.Н. с соавт. (2014) представлена методика одномоментной вакуумной трабекулопластики *ab interno* с ФЭ [48]. По мнению авторов, предложенная методика позволяет произвести очистку трабекулярной зоны на максимальной площади. Хирургическая техника предложенного комбинированного вмешательства заключается в следующем: с помощью изогнутой ирригационно-аспирационной канюли с силиконовым наконечником, введенной в переднюю камеру через роговичный тоннельный разрез, проводится атравматический захват и натяжение прикорневых участков стромы радужки, что приводит к расправлению фиксированных прикорневых складок радужки. Вакуумная трабекулопластика *ab interno* выполняется в пределах не менее 0,95 периметра угла передней камеры, непосредственно перед или сразу после имплантации ИОЛ в капсульный мешок на этапах факоемульсификации. Согласно результатам исследования, через 2 года после предложенного комбинированного лечения наблюдалось стойкое снижение офтальмотонуса – с $22,66 \pm 2,55$ мм рт. ст. до $19,1 \pm 1,8$ мм рт. ст., гипотензивной эффект был достигнут в 74 % случаев. В послеоперационном периоде в большинстве случаев возможна полная отмена гипотензивных средств или значительное уменьшение интенсивности их применения. По мнению авторов, факоемульсификация с имплантацией ИОЛ в сочетании с вакуумной трабекулопластикой *ab interno* менее травматична, чем применяемые методы

хирургического лечения катаракты и глаукомы, и риск послеоперационных осложнений значительно ниже по сравнению с другими антиглаукомными операциями [48].

Оригинальная методика ферментативного трабекулоклининга *ab interno* предложена Лапочкиным А.В. и соавт. (2012) в качестве нового способа лечения пациентов с ПОУГ и осложненной катарактой. Она заключается в гидромеханической очистке трабекулярной сети от пигментных отложений с последующим введением фермента гемазы (500 ЕД) в переднюю камеру для ферментативной очистки трабекулы от фибронектина. По результатам проведенного авторами исследования в отдаленные сроки наблюдения гипотензивный эффект в группе пациентов с ферментативным трабекулоклинингом *ab interno* был выше на 19,24% в отличие от пациентов, которым была выполнена только ФЭ, количество используемых гипотензивных средств – меньше на 45,7% соответственно [30].

Кочергин С.А., Алексеев И.Б. и соавт. (2008) представили способ комбинированного вмешательства – проведение факоемульсификации катаракты в сочетании с циклодиализом *ab interno*. Техника операции заключается в следующем: в ходе проведения факоемульсификации катаракты после выполнения переднего капсулорексиса шпателем в УПК у корня радужки производится отслоение цилиарного тела от склеры с 5 до 6 часов на протяжении 2 мм. Далее ФЭ проводится по стандартной технологии, после удаления вискоэластика из передней камеры и под ИОЛ для предотвращения слипания краев циклодиализа дополнительно в произведенную щель вводится 1 капля вискоэластика на основе гиалуроновой кислоты (Provisc, Alcon Lab.). В отдаленном послеоперационном периоде (24 месяца) отмечалось статистически достоверное снижение истинного ВГД ($p < 0,01$) за счет улучшения оттока камерной влаги; разница между показателем истинного ВГД в первые месяцы после операции и через 24 месяца составила 1,3 мм рт.ст. Анализ результатов лечения показал, что гипотензивный эффект после ФЭ в сочетании с циклодиализом *ab interno* наблюдался в 83,7% случаев. Наиболее

частыми осложнениями в послеоперационном периоде были отмечены: гифема (2,3%), повреждение задней капсулы с выпадением стекловидного тела (2,3%), а также локальный отек роговицы в зоне проведения циклодиализа (1,2%) [22].

1.2.2. Лазерные технологии лечения глаукомы в комбинации с факоэмульсификацией катаракты

В последние годы широкое распространение получили лазерные методы лечения глаукомы, обладающие патогенетической направленностью, малой инвазивностью, позволяющие нормализовать ВГД при минимальном риске осложнений.

Современные малоинвазивные методики лазерного лечения в комбинированном лечении больных ПОУГ и катарактой, несомненно, вызывают большой интерес. Лазерные методы лечения ПОУГ, способствующие улучшению оттока внутриглазной жидкости путем активации трабекулярной сети, широко применяются в клинической практике в последние годы. Данные операции оказывают минимальное повреждающее действие на трабекулярную ткань, обладая при этом патогенетической направленностью [45]. Безопасность, техническая простота выполнения лазерных вмешательств в лечении ПОУГ обеспечивают короткий период реабилитации пациентов в послеоперационном периоде, минимальный риск послеоперационных осложнений [45].

Аргон-лазерная трабекулопластика (АЛТ), предложенная Wise J.B. и Witter S.L. в 1979 году [201], долгое время оставалась «золотым стандартом» в лечении ПОУГ. Данная технология проводится с использованием аргонного лазера (488–514 нм), в проекции шлеммова канала наносится около 100 аппликатов с использованием следующих параметров: диаметр пятна – 50 мкм, мощность – 400-1200 мВт, экспозиция – 0,1 с. Однако, по результатам научных исследований, АЛТ вызывает коагуляционный некроз ткани трабекулы, который приводит к рубцеванию в зоне лазеркоагулятов; в связи с

этим при повторной операции достигается минимальный эффект, а риск побочных явлений значительно увеличивается [91, 101].

В последние годы наиболее широкое распространение в мире получила методика селективной лазерной трабекулопластики (СЛТ), предложенная Mark A. Latina и соавт [136]. Воздействие осуществляется Nd:YAG лазером (длина волны излучения – 532 нм, экспозиция – 3 нс, энергия – 0,6-1,2 мДж, диаметр пятна – 400 мкм). Техника селективной трабекулопластики несколько отличается от традиционной аргон-лазерной трабекулопластики: аппликаты наносятся на зону трабекулы, но вследствие большого размера пятна (400 мкм - при селективной, 50 мкм - при традиционной трабекулопластике) зоной взаимодействия лазерного излучения является вся область трабекулы, а не только проекция шлеммова канала. Обычно наносится 50-60 аппликатов, не перекрывающих друг друга по площади, по дуге окружности в 180 градусов в нижнем сегменте.

Существенным преимуществом селективной лазерной трабекулопластики, по сравнению с традиционной аргон-лазерной трабекулопластикой, является отсутствие термического повреждения ткани трабекулы за счет очень короткой продолжительности импульса, и, следовательно, данное вмешательство может проводиться у пациентов неоднократно [29, 59]. Однако, следует отметить ограничения в применении данного метода: поскольку излучение поглощается исключительно меланин-содержащими клетками, рекомендовать данный вид лазерного лечения целесообразно только пациентам с умеренной и выраженной пигментацией структур дренажной зоны глаза. Также ввиду большого диаметра пятна лазерного воздействия в послеоперационном периоде может развиваться реактивная гипертензия и воспалительная реакция [100, 113, 145].

Оригинальная лазерная технология - гидродинамическая активация оттока (ГАО), разработанная в России Нестеровым А.П., Новодережкиным В.В. и Егоровым Е.А. (патент РФ №2124336 от 11.04.1996) состоит в том, что лечение глаукомы проводят путем воздействия Nd:YAG-лазерного излучения

в импульсном режиме на зону трабекулы последовательно на каждый квадрант при следующих параметрах: длина волны 1064 нм, энергия 0,8–5,0 мДж, экспозиция около 30 нс, диаметр пятна 30–50 мкм, количество аппликаторов 40–70 в одном секторе 90 градусов (применяется отечественный лазерный офтальмохирургический аппарат «Оптимум») [43]. Визуально эффект воздействия выражается в распылении пигмента в месте нанесения лазерного импульса и исчезновение псевдоэксфолиативного материала при его наличии. В результате очищения трабекулярной сети от гранул пигмента и эксфолиаций развивается гипотензивный эффект.

К условным недостаткам данного метода лечения следует отнести возможность повреждающего действия на трабекулярную сеть, ввиду технических характеристик используемой лазерной установки: относительно длительной экспозиции лазерного воздействия (30 нс), большого диаметра пятна (30-50 мкм) и достаточно высокой энергии лазерного излучения (0,8-5,0 мДж), что может, в ряде случаев, приводить к развитию воспалительной реакции и реактивному подъему ВГД в раннем послеоперационном периоде. Авторами также описаны единичные случаи развития гифемы, в исходно осложненных клинических ситуациях. В отдаленном послеоперационном периоде повышение офтальмотонуса связано с тем, что органические частицы, находящиеся во влаге передней камеры, с током жидкости снова попадают в дренажный аппарат, что приводит к увеличению сопротивления оттоку внутриглазной жидкости [43].

В МНТК «Микрохирургия глаза» им.акад. С.Н. Федорова» была разработана высокоэффективная и безопасная технология YAG-лазерной активации трабекулы (YAG-ЛАТ), включающая воздействие на зону трабекулы в проекции шлеммова канала наносекундным Nd-YAG-лазерным излучением: длина волны – 1064 нм, энергия – 0,9-1,5 мДж, диаметр пятна – 10-15 мкм, количество импульсов – 40-50, наносимых по всей окружности (Магарамов Д.А., Дога А.В., патент РФ № 2281743, 2005). Основными преимуществами данной технологии является то, что она может эффективно

применяться вне зависимости от степени выраженности пигментации структур дренажной зоны (при разных степенях пигментации структур дренажной зоны); также практически отсутствует повреждающее воздействие на трабекулярную сеть, следовательно, возможно неоднократное выполнение данного вида лазерного лечения при минимальном риске развития осложнений в послеоперационном периоде [45].

Следует отметить, что в научной литературе представлены единичные сообщения об отдаленных результатах комбинированных способов лечения ПОУГ и осложненной катаракты, где в качестве антиглаукомного компонента применяется лазерные вмешательства.

Румянцев А.Д. и соавт. (2011) представили результаты исследования эффективности комбинированного способа лечения - гидродинамической активации оттока внутриглазной жидкости с факоэмульсификацией катаракты и имплантацией ИОЛ [43]. Первым этапом проводилась гидродинамическая активация оттока, затем, через 1-3 часа, вторым этапом выполнялась ФЭ. Под наблюдением находилось 89 пациентов (89 глаз) с катарактой и первичной открытоугольной глаукомой с умеренно повышенными цифрами ВГД на фоне гипотензивных средств. Пациенты были разделены на две группы: в основную группу вошли 43 пациента (43 глаза), которым проводилось комбинированное хирургическое лечение – гидродинамическая активация трабекулы в сочетании с факоэмульсификацией (ГАО с ФЭ), пациентам контрольной группы (46 пациентов, 46 глаз) проводилась только факоэмульсификация. Срок наблюдения – 24 месяца.

По данным исследователей, к концу 2-го года наблюдения тонометрическое давление (Pt) отличалось от исходного в основной и контрольной группах на 15,8 и 15,5% соответственно. Истинное давление (Po) в группе ФЭ снизилось на 8%, а в группе ГАО с ФЭ на 15% от исходного. Через 2 года после факоэмульсификации катаракты у глаукомных больных с 4,3 до 11,5% увеличилось число лиц, не использующих гипотензивные препараты. В группе ГАО с ФЭ число пациентов, не использующих

гипотензивные препараты, к концу периода наблюдения увеличилось с 2,3 до 29,2%, то есть почти в 15 раз [43].

Абросимова Е.В. и соавт. (2016) в своей работе провели анализ гипотензивного эффекта селективной лазерной трабекулопластики в сочетании с ФЭ при первичной открытоугольной глаукоме с незрелой катарактой на фоне псевдоэксфолиативного синдрома [2]. Под наблюдением находились 76 пациентов (76 глаз), которым первым этапом лечения была выполнена селективная лазерная трабекулопластика для снижения офтальмотонуса и улучшения гидродинамики глаза. Вторым этапом, через 1 месяц после СЛТ, выполнялась факэмульсификация катаракты с имплантацией ИОЛ по стандартной методике. Согласно результатам исследования, среднее значение истинного ВГД без медикаментозного лечения до выполнения СЛТ составляло $23,2 \pm 0,18$ мм рт. ст., а через 1 месяц после СЛТ снизилось до $15,2 \pm 0,15$ мм рт. ст. – на 8,0 мм рт.ст. от исходного значения ВГД (на 34,5%). Через 1 месяц после проведенной вторым этапом ФЭ средний уровень офтальмотонуса снизился до $14,5 \pm 0,14$ мм рт. ст. – на 8,7 мм рт.ст. от исходного уровня (на 37,5%). В 77,6% случаях после ФЭ внутриглазное давление было компенсировано без применения гипотензивных средств. Таким образом, авторы сделали вывод, что предложенный комбинированный способ лечения способствует максимальному улучшению оттока водянистой влаги и максимальному снижению ВГД – на 37,5% от исходного его уровня [2].

Таким образом, проведенный анализ литературы по изучаемому вопросу показывает, что перспективным направлением в лечении ПОУГ в сочетании с осложненной катарактой является использование комбинированных микроинвазивных методов, т.к. данный подход обеспечивает стойкую нормализацию ВГД в отдаленном послеоперационном периоде, снижение частоты возможных осложнений, ускорение процессов заживления, сокращение сроков реабилитации и получение высоких, стабильных зрительных функций.

Актуальным остается вопрос разработки комбинированных микроинвазивных способов лечения ПОУГ и осложненной катаракты, с применением лазерных антиглаукомных вмешательств, имеющих патогенетическую направленность, безопасных, обладающих высокой клинической эффективностью. Изучение результатов применения комбинированных лазерно-хирургических методов лечения, а именно, состояние зрительных функций, гидродинамики глаза, состояние зрительного нерва, изучение влияния данных технологий на плотность эндотелиальных клеток роговицы в отдаленном послеоперационном периоде, несомненно, имеет важное значение.

ГЛАВА 2. Материал и методы

2.1. Общая характеристика пациентов

В исследование вошли 70 пациентов (70 глаз) с первичной открытоугольной глаукомой в сочетании с осложненной катарактой. Среди пациентов было 42 женщины (60%) и 28 мужчин (40%). Возраст пациентов – от 53 до 85 лет, средний возраст составил $68,8 \pm 8,2$ лет. Распределение обследуемых пациентов по полу и возрасту представлено в таблице 1.

Таблица 1. Распределение пациентов по возрасту и полу, (n=70), (%)

Возраст, лет	Количество мужчин, n	Количество женщин, n	Общее количество пациентов, n	Процент от общего количества пациентов (%)
моложе 55	2	3	5	7,1
55-65	15	21	36	51,4
65-75	10	16	26	37,2
старше 75	1	2	3	4,3
Всего	28	42	70	100

Начальная стадия глаукомы была диагностирована на 55-ти глазах (78,6%), развитая - на 15-ти глазах (21,4%), длительность заболевания глаукомой у пациентов варьировала от 1 года до 3 лет.

Критерии включения в исследование:

- Пациенты с осложненной катарактой в сочетании с первичной открытоугольной глаукомой в начальной и развитой стадиях, ранее не оперированные с применением лазерных технологий и хирургических методов лечения глаукомы
- Открытый УПК (широкий, средней ширины) с I-III степенью пигментации структур дренажной зоны (Нестеров А.П., 2008) [37].

- Умеренно повышенный уровень ВГД (не более 30 мм рт. ст. по Маклакову) без и на фоне гипотензивных средств, нормальный уровень ВГД на фоне комбинированной гипотензивной терапии.

Критерии исключения:

- Антиглаукомные операции в анамнезе (лазерные и/или хирургические).
- Пациенты с далеко зашедшей стадией глаукомы.
- Псевдоэксфолиативный синдром: III стадии по классификации Ерошевской Е.Б. (1997) [14].
- Закрытый УПК, узкий УПК, открытый УПК с низким («клювовидным») профилем.
- Осевая гиперметропия и миопия высокой степени.
- Уровень ВГД более 30 мм рт. ст. по Маклакову.
- Тяжелое соматическое состояние пациента (декомпенсация сахарного диабета, бронхиальная астма средней и тяжелой степеней), травмы глаз и головы в анамнезе.

Среди сопутствующей соматической патологии преобладали следующие нозологические единицы: артериальная гипертензия – 39 пациентов (55,7%), хроническая ишемическая болезнь сердца - 35 пациентов (50,0 %), сахарный диабет 2 типа - 6 пациентов (8,6 %), заболевания ЖКТ – 2 пациента (2,9 %).

Пациенты методом случайной выборки были разделены на две группы: в основную группу включены 36 пациентов (36 глаз), которым проводилось комбинированное лечение - YAG-лазерная активация трабекулы и факоэмульсификация с имплантацией ИОЛ, в контрольную группу вошли 34 пациента (34 глаза), которым выполнялась только ФЭ с ИОЛ.

Срок наблюдения – до 2 лет после проведенного лечения.

2.2. Методы исследования

Всем пациентам проводилось полное офтальмологическое обследование, включающее общепринятые (автокераторефрактометрию, визометрию, тонометрию, кинетическую периметрию, биометрию, биомикроскопию, офтальмоскопию) и специальные методы исследований.

Визометрию проводили без коррекции и с максимальной очковой коррекцией на фороптере SZP 350 (Carl Zeiss Meditec), CV-5000 (Topcon) с помощью проектора знаков модели TCP-1000 (Tomey).

Автокераторефрактометрию выполняли на аппарате KR-1 (Topcon).

Ультразвуковую биометрию проводили на приборе «Tomey AL-3000». **Оптическую биометрию** выполняли на аппаратах «IOLmaster 500» (Carl Zeiss Meditec) и «IOLmaster 700» (Carl Zeiss Meditec).

Кинетическую периметрию выполняли по общепринятой методике с использованием объектов белого цвета различной величины и яркости на периметре «АППЗ-01» (Россия) по 8-ми меридианам в положении больного сидя.

Статическую автоматическую периметрию, или компьютерную периметрию (КП), проводили на автоматизированном периметре «Humphrey Field Analyzer II» (Carl Zeiss Meditec) по протоколу «30-2 SITA standard», которая включает исследование 76 точек центрального поля зрения, расположенных в пределах 30° от точки фиксации с шагом 4°. Исследование проводили в условиях фотопического освещения монокулярно при коррекции имеющейся аметропии в положении больного сидя.

Биомикроскопию переднего отрезка проводили с использованием щелевой лампы «SL 130» (Carl Zeiss Meditec). У всех пациентов оценивали состояние конъюнктивы, склеры, роговицы, глубину передней камеры, состояние радужной оболочки (наличие деструкции пигментной каймы зрачкового края, отложения псевдоэкзофиативного материала, ригидность

зрачка), хрусталика (выраженность помутнений, признаки набухания, отложения псевдоэкзофолиативного материала на передней капсуле).

Для оценки степени плотности катаракты была использована классификация Buratto L. (1999), в соответствии с которой выделяли 5 ее степеней [72]:

- I степень – прозрачное или светло-серое ядро, единичные кортикальные помутнения;
- II степень – светло-серое ядро с желтоватым оттенком (начальная ядерная катаракта);
- III степень – желтоватый цвет при ядерной катаракте (незрелая катаракта);
- IV степень – янтарно-желтое, крупное ядро (зрелая катаракта);
- V степень – темно-коричневый цвет ядра – от янтарного до черного.

Клинические стадии ПЭС определялись в соответствии с классификацией Ерошевской Е.Б. (1997), выделяющей 3 стадии глазных проявлений синдрома на основании данных биомикроскопии [14]:

- при первой стадии наблюдаются нежные эксфолиативные наслоения по зрачковому краю, легкая атрофия радужки, ступенчатость ее рисунка и частичная деструкция пигментной каймы; расширение зрачка мидриатиками - до 5,0 мм.
- при второй стадии имеет место умеренная атрофия стромы радужки и деструкция пигментной каймы, выраженная дисперсия пигмента на поверхности радужки, структурах УПК; выраженные отложения ПЭМ на передней капсуле хрусталика и по зрачковому краю радужки; снижение реакции зрачка на свет; расширение зрачка мидриатиками до 3,5 – 4,0 мм.
- при третьей стадии ПЭС имеется резкая атрофия стромы радужки, зрачковый край имеет вид «целлофановой пленки» при полностью разрушенной пигментной кайме, обильные отложения ПЭМ; реакция

зрачка на свет отсутствует. Возможна деструкция волокон цинновой связки.

Тонometriю проводили контактным методом с помощью аппланационного тонометра Маклакова (масса груза 10 г) по общепринятой методике.

Тонoграфию выполняли на тонографе «ТНЦ-100» (Россия) и «Glautest-60» (Россия). Определялись основные гидродинамические показатели: истинное внутриглазное давление (P_0) в мм рт.ст., коэффициент легкости оттока (С) в ммз/мин/мм рт. ст.; минутный объем камерной влаги (F) в ммз/мин, коэффициент Беккера (КБ) – P_0/C .

Для оценки состояния глазного дна проводилась **непрямая офтальмоскопия** линзой «Volk» 78 дптр. («Volk Optical», США). Оценка состояния диска зрительного нерва (ДЗН) включала в себя определение цвета, границ ДЗН, величины и глубины экскавации диска, определение соотношения диаметра диска и диаметра экскавации, наличия перипапиллярной хориоретинальной атрофии, сдвига сосудистого пучка и патологических изменений сетчатки.

Гониоскопию проводили с помощью 4-х зеркальной линзы Ван-Бойнингена. Степень открытия угла передней камеры оценивали по классификации Ван Бойнингена Е. (1965) [7]. Степень пигментации трабекулярного аппарата оценивали по классификации Нестерова А.П. (2008) [37]: 0 ст. - отсутствие пигмента в трабекуле; 1 ст. - слабая пигментация задней части трабекулы; 2 ст. - интенсивная пигментация задней части трабекулы; 3 ст. - интенсивная пигментация всей трабекулярной зоны; 4 ст. - интенсивная пигментация всех структур передней стенки УПК.

Исследование морфометрических параметров ДЗН проводили методом **конфокальной лазерной сканирующей офтальмоскопии**, или **гейдельбергской ретинотомографии (HRT)** на лазерном сканирующем ретинальном томографе HTR III фирмы «Heidelberg Engineering» (Германия). При этом оценивали основные параметры ДЗН: объем и площадь

нейроретинального пояска (НРП), отношение площади экскавации к площади ДЗН, а также среднюю толщину ретинального слоя нервных волокон.

Конфокальную сканирующую микроскопию проводили на приборе Confoscan 4 фирмы «Nidek» (Япония). Исследование центральной зоны роговицы выполняли после однократной инстилляции местного анестетика (раствор проксиметакаина 0,5%) через иммерсионный гель (Видисик); использовали автоматический режим сканирования и осуществляли автоматический подсчет плотности эндотелиальных клеток с оценкой их формы и размера.

Для определения **оптической силы ИОЛ** применяли формулы MIKOF/ALF и Barrett.

Лазерная фотометрия (тиндалеметрия) выполнялась с помощью аппарата KOWA FC-2000 (Япония). Принцип работы прибора основан на измерении интенсивности лазерного луча, отраженного от взвешенных во влаге передней камеры клеток и крупномолекулярных белков. Исследование проводилось 10-ти пациентам основной группы (10 глаз) на разных этапах комбинированного лечения.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью программ IBM SPSS Statistics 23 и Excel (Microsoft). Для оценки нормальности распределения использовали критерии Колмогорова-Смирнова, Шапиро-Уилка. Для оценки однородности дисперсии применяли критерий Ливиня.

При нормальном распределении данных показатели до и после вмешательства сравнивали с использованием t-критерия Стьюдента для парных и независимых выборок. В случае распределения данных, отличного от нормального, при сравнении независимых выборок использовался U-критерий Манна-Уитни, для повторных внутригрупповых сравнений применялся критерий Вилкоксона, Фридмана. Полученные количественные данные представлены в виде средних значений - M (Mean) и стандартного отклонения - σ (Standard Deviation) ($M \pm \sigma$) при нормальном распределении

данных; и в виде медианы (Me) и межквартильного размаха (IQR) при распределении данных, отличном от нормального. Статистически значимым считали уровень $p < 0,05$.

2.3 Методика YAG-лазерной активации трабекулы

2.3.1 Предоперационная подготовка больных

Фармакологическое сопровождение заключалось в усилении гипотензивной терапии для снижения уровня ВГД по Маклакову в среднем до 17-20 мм рт.ст. перед планируемым хирургическим вмешательством.

В день госпитализации пациентов накануне оперативного лечения, а также утром перед операцией назначали инстилляцию нестероидных противовоспалительных препаратов и антисептических средств (раствор пиклоксидина гидрохлорида 0,05%).

В группе комбинированного лечения (YAG-ЛАТ с ФЭ) непосредственно перед лазерным вмешательством не использовали препараты миотического действия ввиду необходимости дальнейшего достижения медикаментозного мидриаза перед факоэмульсификацией.

Пациентам основной группы в качестве предоперационной подготовки за 1 час до лазерного вмешательства инстиллировали раствор бримонидина 0,15% с целью профилактики реактивного подъема ВГД. Непосредственно за 5 минут до проведения лазерного лечения проводили двукратную инстилляционную эпibuльбарную анестезию раствором проксиметакаина 0,5%.

2.3.2 Техника YAG-лазерной активации трабекулы

Для проведения YAG-ЛАТ использовался Nd-YAG-лазер «Selecta Trio» фирмы Lumenis Ltd. (Израиль) со следующими параметрами: длина волны – 1064 нм, диаметр пятна – 8-10 мкм, экспозиция – 3 нс, энергия – 0,8-1,2 мДж.

На глаз устанавливали контактную линзу Гольдмана для гониоскопии, через боковые зеркала линзы луч лазера фокусировали на поверхность трабекулы (рисунок 13), на уровне проекции шлеммова канала осуществляли последовательно лазерное воздействие единичными аппликатами в

количестве 55–70 (протяженностью 360 градусов) на равном друг от друга расстоянии, при энергии в импульсе 0,8-1,2 мДж так, чтобы в каждой точке фокусировки образовался мелкий пузырек (рисунок 14).

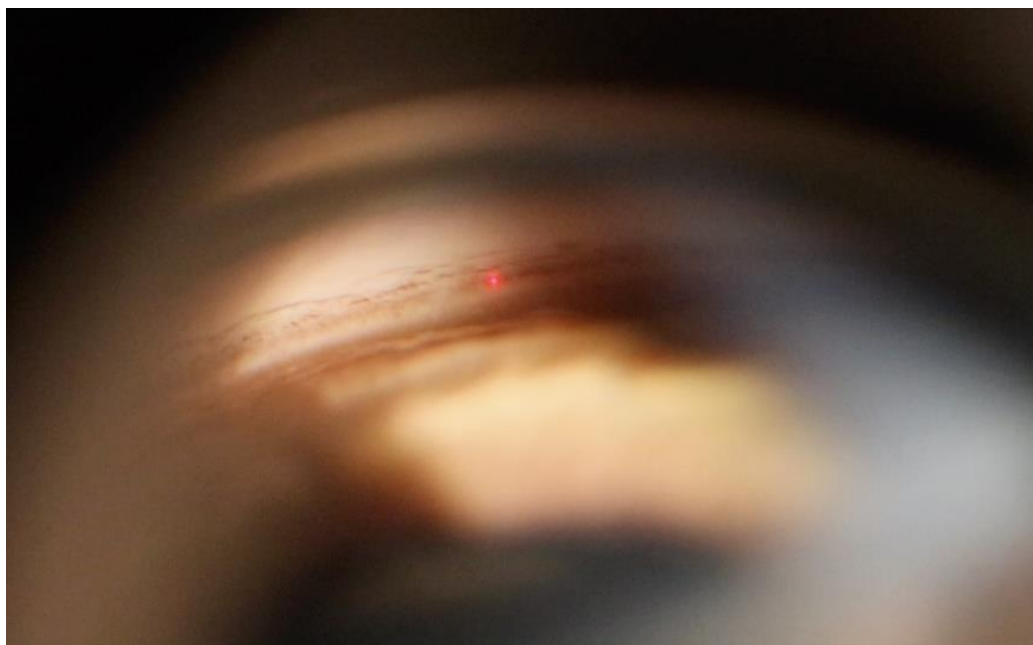


Рисунок 13. Фокусировка луча лазера на поверхность трабекулы на уровне проекции шлеммова канала при YAG- лазерной активации трабекулы

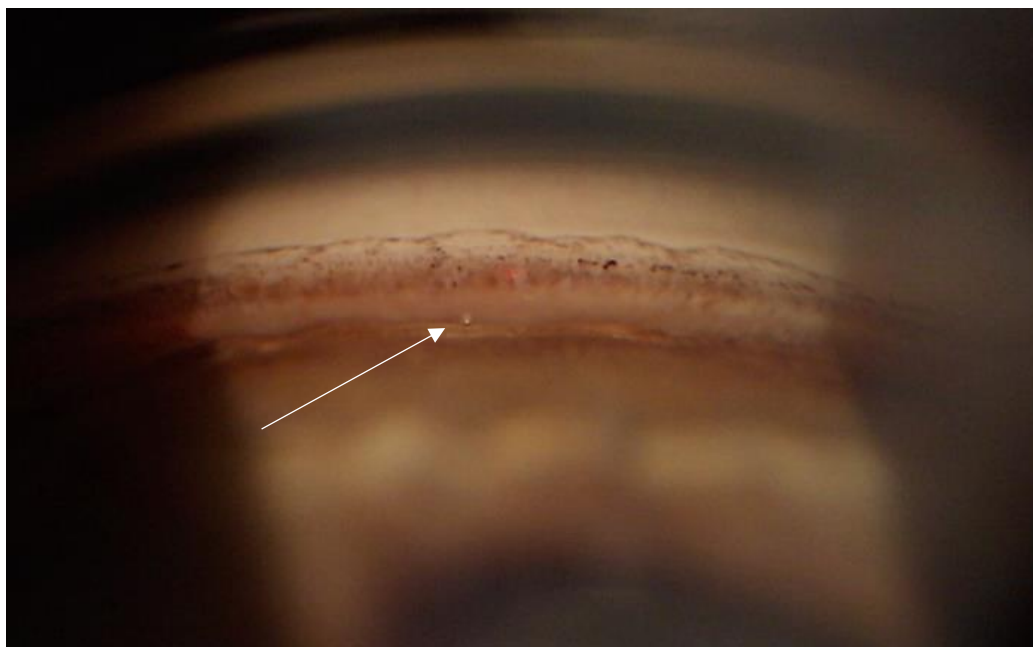


Рисунок 14. Мелкий пузырек (стрелка), образовавшийся в точке нанесения лазерного аппликата на поверхность трабекулярной сети в проекции шлеммова канала

Сразу после проведения лазерного вмешательства инстиллировали двукратно антисептик (раствор пиклоксидина гидрохлорида 0,05%).

Затем пациенту через 30-60 минут после YAG-лазерной активации трабекулы проводили второй этап комбинированного лечения – факоемульсификацию катаракты с имплантацией ИОЛ.

2.4 Техника проведения факоемульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ

2.4.1 Предоперационная подготовка больных

Предоперационная подготовка пациентов включала премедикацию внутривенным введением «Реланиума» (0,5% - 2,0 мл). Для достижения необходимого в ходе операции мидриаза проводили 2-х кратную инстилляцию раствора фенилэфрина гидрохлорида 5% + тропикамида 0,8% за 20-30 минут до вмешательства. Далее производили акинезию век по Ван-Линдту (раствор лидокаина 2% - 2,0 мл). Все манипуляции выполняли по стандартной методике. Анестезию дополняли инстилляцией в конъюнктивальную полость анестетика (раствор проксиметакаина 0,5%) 3 раза с интервалом 5 минут.

Второй этап лечения – факоемульсификация катаракты с имплантацией ИОЛ – проводился через 30-60 минут после YAG-лазерной активации трабекулы ввиду необходимости вышеописанной предоперационной подготовки.

2.4.2. Этапы факоемульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ

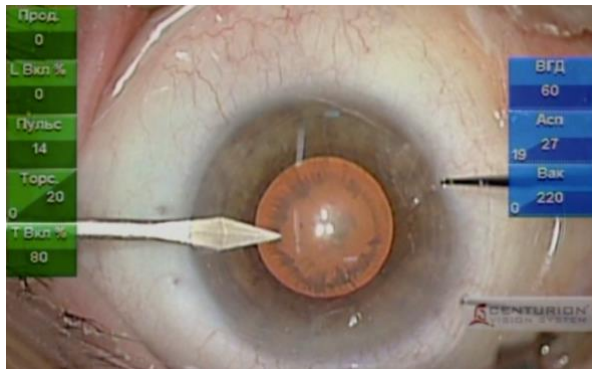
После обработки операционного поля раствором антисептика (раствор хлоргексидина спиртовой 0,5%) и инстилляцией в конъюнктивальный мешок антисептического средства (раствор повидон-йода 5%) операционное поле накрывали стерильной салфеткой, на края век устанавливали блефаростат.

С помощью копьевидного ножа шириной 0,9 мм выполняли два роговичных парацентеза на 10-ти и 3-х часах (рисунок 15, А). Передняя камера заполнялась дисперсным вискоэластиком «Viscoat» с целью поддержания объема передней камеры и защиты эндотелия роговицы.

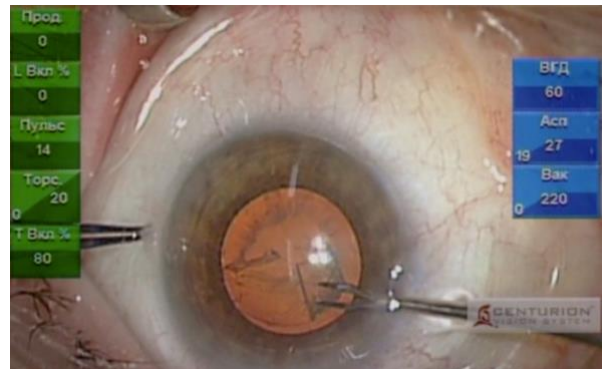
Переднюю капсулу хрусталика вскрывали методом непрерывного кругового капсулорексиса диаметром 5-5,5 мм с помощью капсульного

цангового пинцета, введенного в переднюю камеру через парацентез (рисунок 15, Б).

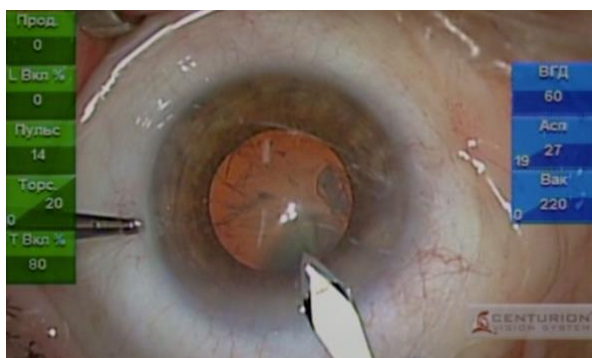
Рисунок 15. Этапы факоэмульсификации катаракты с имплантацией заднекамерной ИОЛ.



А. Выполнение роговичного парацентеза с помощью копьевидного ножа шириной 0,9 мм



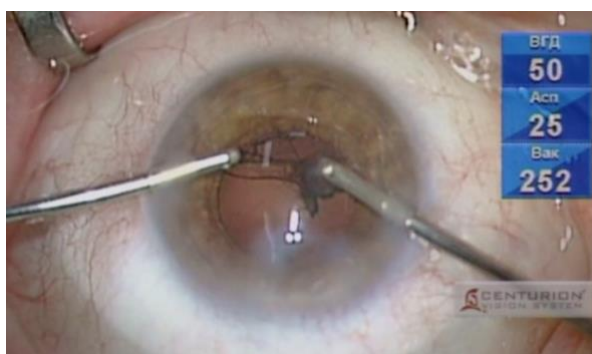
Б. Непрерывный круговой капсулорексис, выполняемый с помощью капсульного цангового пинцета



В. Роговичный самогерметизирующий тоннельный разрез шириной 2,0 мм



Г. Дробление ядра хрусталика с помощью техники «Quick-Chop» («фако-раскол»)



Д. Удаление кортикальных масс ирригационно-аспирационной системой прибора через парацентезы, бимануально



Е. Удаление вискоэластика под ИОЛ с помощью ирригационно-аспирационной системы

Затем выполняли роговичный самогерметизирующийся тоннельный разрез копьевидным ножом шириной 2,0 мм (рисунок 15, В). При помощи шприца с тупой канюлей 27-го калибра, заполненного сбалансированным солевым раствором (BSS), проводилась гидродиссекция ядра хрусталика до свободного вращения ядра в капсульном мешке, и гидроделинеация, при которой происходило отделение внутренней компактной части ядра от эпинуклеуса.

Удаление содержимого капсульного мешка осуществляли с применением стандартной методики факоэмульсификации с использованием ультразвуковой иглы 0,9 мм 45^o Intrepid Balanced и тонкостенного силиконового рукава 0,9 мм Intrepid Ultra infusion sleeve. Для проведения факоэмульсификации использовали прибор Centurion® Vision System (Alcon, США) со следующими настройками: целевой уровень ВГД – 45-50 мм рт.ст., что эквивалентно высоте бутылки 68 см вод.ст.; мощность торсионного ультразвука от 0 до 50%, вакуум - от 550 до 575 мм рт. ст., аспирация - 28 см³/мин. Факоэмульсификацию проводили эндокапсулярно при герметичной передней камере с применением техники дробления ядра хрусталика «Quick-Chop» («фако-раскол») (рисунок 15, Г). Интенсивность режима ультразвукового воздействия зависела от плотности катаракты. Затем ирригационно-аспирационной системой прибора бимануально через парацентезы удаляли кортикальные массы (рисунок 15, Д), далее капсульный мешок заполняли вискоэластиком «Provisc».

Имплантацию заднекамерной гидрофобной ИОЛ на базе платформы AcrySof® (Alcon, США) выполняли через основной разрез 2,0 мм в капсульный мешок в свернутом виде при помощи системы автоматизированной имплантации ИОЛ CENTURION INTREPID AutoSert. Картридж предварительно заполнялся вискоэластиком, ИОЛ помещалась в картридж, после размещения картриджа в рукоятке-инжектора Autosert, проводилась имплантация ИОЛ через основной разрез. После имплантации

ИОЛ в капсульный мешок осуществляли визуальный контроль центрации линзы.

Далее выполняли вымывание вискоэластика с помощью ирригационно-аспирационной системы факоэмульсификатора, особое внимание уделяли удалению вискоэластика под ИОЛ (рисунок 15, Е), а также по всей окружности периферических отделов передней камеры. Герметизацию основного разреза и парацентезов осуществляли методом гидратации краев раны при помощи тупой канюли 27 калибра, присоединенной к шприцу с раствором BSS. После проведения гидратации проводился контроль адекватности герметизации разрезов с помощью микротупферов. На заключительном этапе операции в конъюнктивальный мешок закладывали полоску мази «Декса-Гентамицин».

2.5. Послеоперационное медикаментозное сопровождение

В раннем послеоперационном периоде всем пациентам назначали стандартную противовоспалительную терапию: инстилляцию антибактериальных препаратов в течение 7 дней, нестероидных противовоспалительных средств в течение 4-х недель, инстилляцию кортикостероидов – по убывающей схеме в течение 3-х недель.

Гипотензивная терапия оставалась прежней, в случае реактивной гипертензии требовалось усиление гипотензивной терапии с последующим снижением ее интенсивности.

ГЛАВА 3. Клинико-функциональные результаты комбинированного лазерно-хирургического лечения - YAG-лазерной активации трабекулы с факоемульсификацией катаракты и имплантацией ИОЛ у пациентов с ПОУГ и осложненной катарактой

Цель данной главы – разработать технологию комбинированного лазерно-хирургического лечения – YAG-лазерной активации трабекулы и факоемульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ. Для достижения поставленной цели предстояло решить следующие задачи: разработать лазерный и хирургический этапы технологии YAG-лазерной активации трабекулы и факоемульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ; изучить клинико-функциональные результаты лечения пациентов после ФЭ и после комбинированного лечения, а именно, изучить интра- и послеоперационные осложнения, клиническое течение раннего послеоперационного периода, исследовать состояние зрительных функций, состояние зрительного нерва, а также состояние гидродинамики глаза в отдаленном послеоперационном периоде; изучить безопасность и определить показания и противопоказания для применения разработанной технологии комбинированного лечения у пациентов с ПОУГ и осложненной катарактой.

3.1. Хирургический и лазерный этапы комбинированного лечения – YAG-лазерной активации трабекулы и факоемульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ

3.1.1. Разработка хирургического и лазерного этапов технологии комбинированного лечения – YAG-лазерной активации трабекулы и факоемульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ

Цель комбинированного лечения ПОУГ и осложненной катаракты состояла в безопасном, минимально инвазивном очищении трабекулярного аппарата глаза, удалении пигментных отложений и псевдоэксфолиаций,

находящихся на поверхности трабекулярной сети, расширении межтрабекулярных щелей путем активации трабекулы с последующим удалением образовавшейся взвеси во влаге передней камеры на этапах проведения факоемульсификации.

Разработанные лазерный и хирургический этапы технологии комбинированного лечения заключались в проведении YAG-лазерной активации трабекулы с последующей факоемульсификацией катаракты и имплантацией ИОЛ.

Первым этапом лечения выполнялось антиглаукомное лазерное вмешательство – YAG-лазерная активация трабекулы (предоперационная подготовка и техника проведения YAG-ЛАТ описаны в разделе 2.3). Следует отметить, что в качестве предоперационной подготовки за 1 час до лазерного вмешательства инстиллировали раствор бримонидина 0,15% с целью профилактики возможного реактивного подъема ВГД. При выполнении YAG-ЛАТ лазерное воздействие проводилось по всей окружности трабекулярной зоны с фокусировкой лазерного луча на уровне проекции шлеммова канала, при этом последовательно наносилось 55-70 единичных аппликатов на равном расстоянии друг от друга с энергией излучения в диапазоне 0,8-1,2 мДж. После завершения 1-го этапа комбинированного лечения, в конъюнктивальный мешок инстиллировали двукратно антисептик – раствор пиклоксидина гидрохлорида 0,05%.

Второй этап лечения – факоемульсификация катаракты с имплантацией ИОЛ – проводился через 30-60 минут после YAG-лазерной активации трабекулы. Интервал времени в 30-60 минут между 1-м и 2-м этапами лечения объясняется необходимостью проведения предоперационной подготовки перед ФЭ (премедикация, достижения необходимого в ходе операции мидриаза, эпibuльбарная анестезия, акинезия век).

Подробное описание предоперационной подготовки и техники выполнения факоемульсификации представлено в разделе 2.4. Во время проведения факоемульсификации катаракты особое внимание уделяли

настройкам прибора Centurion® Vision System (Alcon, США): целевой уровень ВГД – 45-50 мм рт.ст., что эквивалентно высоте бутылки равной 68 см вод.ст.; мощность торсионного ультразвука – от 0 до 50%, вакуум – от 550 до 575 мм рт. ст., аспирация – 28 см³/мин. Факоэмульсификацию проводили эндокапсулярно при герметичной передней камере с применением техники дробления ядра хрусталика «Quick-chop» («фако-раскол»).

После имплантации заднекамерной гидрофобной ИОЛ на базе платформы AcrySof® (Alcon, США) в капсульный мешок осуществляли тщательное вымывание вискоэластика из передней камеры глаза с помощью ирригационно-аспирационной системы факоэмульсификатора. При этом особое внимание уделяли удалению вискоэластика под ИОЛ, а также по всей окружности периферических отделов передней камеры.

Послеоперационное медикаментозное сопровождение при комбинированном лечении не отличалось от общепринятой схемы противовоспалительной терапии, применяемой после факоэмульсификации, и включало инстилляцию антибактериальных препаратов, нестероидных противовоспалительных средств, кортикостероидов. Гипотензивная терапия оставалась прежней, в случае реактивного повышения ВГД требовалось усиление гипотензивной терапии с последующим снижением ее интенсивности.

3.1.2. Результаты лазерной фотометрии

Совместные исследования по лазерной фотометрии (тиндалеметрии) были проведены на базе Чебоксарского филиала ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России.

В данном исследовании целью проведения лазерной тиндалеметрии была оценка степени опалесценции влаги передней камеры для обоснования патогенетической направленности предложенного комбинированного вмешательства.

Лазерная тиндалеметрия проводилась 10-м пациентам (10 глаз) на этапах комбинированного лечения: непосредственно перед лечением, сразу после первого этапа – YAG-лазерной активации трабекулы, и непосредственно после второго этапа комбинированного лечения – факоемульсификации.

Данные, полученные в результате лазерной фотометрии, представлены в таблице 2.

Таблица 2. Среднее значение опалесценции, фотон/мс, n=10, (M±σ)

До лечения	9,1±2,8	
После первого этапа – YAG-ЛАТ	26,7±4,1	p<0,0001
После второго этапа – ФЭ	10,0±2,5	p<0,001

Согласно полученным данным, после YAG-лазерной активации трабекулы среднее значение опалесценции увеличилось практически в 3 раза в сравнении с исходным значением (p<0,0001), что может свидетельствовать о значительном увеличении количества взвешенных во влаге передней камеры клеток и фрагментов различных отложений в результате лазерного вмешательства. При повторном проведении лазерной фотометрии после второго этапа лечения (ФЭ) наблюдалось снижение среднего значения опалесценции практически до исходного значения (p<0,001). Это можно объяснить тем, что во время проведения факоемульсификации происходит удаление из влаги передней камеры глаза взвеси, образовавшейся в результате YAG-лазерной активации трабекулы. Полученные результаты подтверждают патогенетическую направленность разработанной технологии комбинированного лечения.

Таким образом, разработан хирургический этап комбинированного лечения пациентов с ПОУГ и осложненной катарактой – сочетанной YAG-лазерной активации трабекулы с факоемульсификацией катаракты и

имплантацией ИОЛ и подтверждена патогенетическая направленность разработанной технологии на основании данных лазерной фотометрии.

3.2. Клиническое течение раннего послеоперационного периода и оценка безопасности технологии комбинированного лечения - YAG-лазерной активации трабекулы и факоэмульсификации катаракты

В данном разделе представлены результаты клинико-функциональных исследований 70-ти пациентов с начальной и развитой стадиями первичной открытоугольной глаукомы и осложненной катарактой. Целью данного этапа было изучение характера интра- и послеоперационных осложнений, изучение клинического течения раннего послеоперационного периода и оценка состояния эндотелиальных клеток роговицы в различные сроки наблюдения у пациентов после комбинированного лечения и после факоэмульсификации.

3.2.1. Исходные результаты обследования пациентов

В исследование вошли 70 пациентов (70 глаз) с первичной открытоугольной глаукомой в сочетании с осложненной катарактой в возрасте от 53-х до 85 лет (средний возраст - $68,8 \pm 8,2$ лет), среди них женщин – 42 (60%), мужчин – 28 (40 %).

Распределение пациентов по группам представлено в разделе 2.1. Распределение в группах по стадиям глаукомы – в таблице 3.

Таблица 3. Распределение в группах по стадиям глаукомы, (n=70), (%)

Группы	Стадия глаукомы	
	Начальная	Развитая
Основная (n=36)	30 (83%)	6 (17%)
Контрольная (n=34)	27 (79%)	7 (21%)
Всего (n=70)	55 (78,6%)	15 (21,4%)

Пациенты обеих групп применяли различные гипотензивные препараты (β -адреноблокаторы, альфа 2-адреномиметики, ингибиторы карбоангидразы, а также их комбинации). Пациенты обеих групп находились как на монотерапии, так и на комбинированной гипотензивной терапии (применялись фиксированные комбинации гипотензивных препаратов) (таблица 4).

Таблица 4. Распределение в группах в зависимости от характера гипотензивной терапии, (n=70), (%)

Группы наблюдения	Характер гипотензивной терапии	
	Монотерапия	Комбинированная терапия
Основная - УАГ-ЛАТ с ФЭ (n=36)	20 глаз (55,6%)	16 глаз (44,4%)
Контрольная - ФЭ (n=34)	19 глаз (55,9%)	15 глаз (44,1%)

До операции пациенты основной группы использовали следующие гипотензивные препараты: β -адреноблокаторы – 17 пациентов (47,2%), ингибиторы карбоангидразы – 3 пациента (8,3%), β -адреноблокаторы в сочетании с ингибиторами карбоангидразы – 11 пациентов (30,6%), β -адреноблокаторы в сочетании с ингибиторами карбоангидразы + альфа2-адреномиметики – 3 пациента (11,1%), альфа2-адреномиметики в сочетании с β -адреноблокаторами – 2 пациента (5,6%). Среднее количество используемых пациентами гипотензивных препаратов до лечения – $1,53 \pm 0,65$ (табл.4).

Пациенты контрольной группы использовали следующие гипотензивные средства: β -адреноблокаторы – 13 пациентов (38,2%), ингибиторы карбоангидразы – 6 пациентов (17,6%), β -адреноблокаторы в сочетании с ингибиторами карбоангидразы – 14 пациентов (41,2%), альфа2-адреномиметики в сочетании с β -адреноблокаторами – 1 пациент (2,9%).

Среднее количество гипотензивных средств, применяемых пациентами до операции, – $1,44 \pm 0,50$ (табл.5).

Таблица 5. Среднее количество гипотензивных препаратов, применяемых пациентами до лечения, ($M \pm \sigma$)

	YAG-ЛАТ с ФЭ (n=36)	ФЭ (n=34)	Показатель достоверности (p)
Среднее количество гипотензивных средств	$1,53 \pm 0,65$	$1,44 \pm 0,50$	$p=0,742^*$

Примечание: * статически достоверных различий между показателями в группах выявлено не было.

В основной группе пациентов III и IV степени плотности катаракты (по Buratto L.,1999) была в 72,2% (26 из 36 глаз) и 27,8% случаев (10 из 36 глаз) соответственно. В контрольной группе пациентов III степень плотности катаракты определялась в 73,5% случаев (25 из 34 глаз), IV степень плотности катаракты – в 26,5% (9 из 34 глаз). При проведении биомикроскопии у пациентов основной и контрольной групп были выявлены проявления псевдоэксфолиативного синдрома 1-2 стадии Ерошевой Е.Б. (1997) в 36,1% случаев (13 глаз из 36) и 32,4% (11 глаз из 34) соответственно.

Визуализация структур глазного дна при офтальмоскопии в большинстве случаев была снижена ввиду помутнений хрусталика. Так, офтальмоскопия была проведена в 80,6% (29 глаз из 36) и в 82,4 % (30 глаз из 34) в основной и контрольной группах, соответственно. По данным офтальмоскопии выявлены изменения диска зрительного нерва (ДЗН): побледнение диска различной степени выраженности, увеличение размера экскавации от 0,5 до 0,75, сдвиг сосудистого пучка к носу, наличие зоны перипапиллярной атрофии, центральная зона сетчатки в большинстве случаев была под «флером».

По данным гониоскопии у всех обследуемых угол передней камеры был открыт, широкий или средней ширины, определялась пигментация структур дренажной зоны 1-3 степени по классификации Нестерова А.П. (2008) [37].

Уровень внутриглазного давления по Маклакову у пациентов основной группы до лечения составлял от 19 до 29 мм рт.ст. (средний уровень ВГД – $24,1 \pm 2,52$ мм рт.ст.). У пациентов контрольной группы исходный уровень ВГД составлял от 18 до 27 мм рт.ст. (средний уровень ВГД – $23,0 \pm 2,41$). Статистически достоверных различий между показателями в группах не выявлено ($p=0,096$).

Показатели тонографии у пациентов основной группы были следующие: P_0 - от 16,4 до 27, 4 мм рт.ст. (средний уровень – $20,95 \pm 2,98$), C – от 0,05 до 0,13 ммз/мин/мм рт.ст. (средний показатель – $0,10 \pm 0,02$), F – от 1,60 до 2,82 ммз/мин (среднее значение – $1,98 \pm 0,27$), P_0/C – от 131 до 440 (средний показатель – $211,9 \pm 64,5$).

У пациентов контрольной группы показатель истинного ВГД (P_0) составлял от 15,7 до 25,3 мм рт.ст. (средний уровень – $20,5 \pm 3,01$), C – от 0,08 до 0,13 ммз/мин/мм рт.ст. (средний показатель – $0,10 \pm 0,01$), F – от 1,6 до 2,50 ммз/мин (среднее значение – $1,92 \pm 0,23$), P_0/C – от 131 до 316 (средний показатель – $203,0 \pm 41,0$). Показатели гидродинамики глаза до лечения представлены в таблице 6.

Таблица 6. Состояние гидродинамики глаза до лечения, ($M \pm \sigma$)

Показатели гидродинамики	Группы наблюдения		Показатель достоверности
	Основная (n=36)	Контрольная (n=34)	
P_0 (мм рт.ст.)	$20,95 \pm 2,98$	$20,5 \pm 3,01$	$p= 0,668^*$
C (ммз/мин/мм рт.ст.)	$0,10 \pm 0,02$	$0,10 \pm 0,01$	$p=0,517^*$
F (ммз/мин)	$1,52 \pm 0,54$	$1,44 \pm 0,36$	$p=0,863^*$
P_0/C	$211,9 \pm 64,5$	$203,0 \pm 41,0$	$p=0,934^*$

Примечание: * статически достоверных различий между показателями в группах не выявлено.

Исходная некорригированная острота зрения (НКОЗ) у пациентов основной группы варьировала от 0,01 до 0,35 (средняя НКОЗ – $0,15 \pm 0,11$), у пациентов контрольной группы - от 0,01 до 0,4 (средняя НКОЗ – $0,19 \pm 0,11$). Статистически достоверных различий между показателями в группах не выявлено ($p=0,104$).

Максимальная острота зрения с коррекцией (МКОЗ) у пациентов основной группы до комбинированного лечения в среднем составляла - $0,36 \pm 0,19$, у пациентов контрольной группы - $0,35 \pm 0,16$. Статистически достоверных различий между показателями в группах не выявлено ($p=0,887$).

При исследовании периферического поля зрения сумма градусов по 8-ми меридианам в среднем составляла, Me (IQR): 530 (10) - у пациентов основной группы, 530 (30)- у пациентов контрольной группы.

Сужение поля зрения с носовой стороны в среднем на 20 (10) градусов, с височной стороны на 20 (8) градусов было отмечено на 6-ти глазах (17%) в основной группе. В контрольной группе сужение поля зрения с носовой стороны в среднем на 20 (3) градусов, с височной стороны на 20 (10) градусов было выявлено на 7-ми глазах (21%).

Данные ультразвуковой биометрии пациентов до лечения представлены в таблице 7.

Таблица 7. Показатели ультразвуковой биометрии до лечения, $M \pm \sigma$

Показатели	Группы наблюдения		Показатель достоверности
	Основная (n=36)	Контрольная (n=34)	
Глубина передней камеры, мм	$3,14 \pm 0,15$	$3,11 \pm 0,13$	$p=0,238^*$
Толщина хрусталика, мм	$4,82 \pm 0,28$	$4,80 \pm 0,21$	$p=0,651^*$
Переднезадняя ось глаза, мм	$23,82 \pm 0,98$	$23,79 \pm 0,69$	$p=0,867^*$

Примечание: * статически достоверных различий между показателями в группах не выявлено.

Ввиду низкой остроты зрения пациентов до операции, статическая автоматическая периметрия, или компьютерная периметрия, проводилась в течение 1-й недели после проведенного лечения, и полученные показатели были приняты за исходные. По данным компьютерной периметрии отмечено снижение общей светочувствительности, наличие относительных и абсолютных скотом в центральном поле зрения. Статистически достоверной разницы между показателями в подгруппах выявлено не было ($p>0,05$). Данные компьютерной периметрии пациентов представлены в таблице 8.

Таблица 8. Исходные значения показателей компьютерной периметрии у пациентов обеих групп, Me (IQR).

Параметры	Группы наблюдения		Показатель достоверности*
	Основная (n=36)	Контрольная (n=34)	
MD, дБ	-3,25 (3,56)	-3,72 (3,24)	p=0,272
PSD, дБ	2,37 (2,74)	2,70 (1,7)	p=0,428
Кол-во отн. скотом	3,5 (4)	4 (2)	p=0,141
Кол-во абс. скотом	1 (4)	1,5 (4)	p=0,209

Примечание: * статически достоверных различий между показателями в группах не выявлено. MD (mean deviation) – периметрический индекс, характеризующий среднее отклонение светочувствительности сетчатки; PSD (pattern standard deviation) – стандартное отклонение светочувствительности сетчатки

Так как при выраженных помутнениях хрусталика снижена визуализация структур глазного дна, конфокальная лазерная сканирующая офтальмоскопия (HRT) проводилась в течение 1-й недели после проведенного лечения, и полученные показатели были приняты за исходные. По данным HRT у обследуемых пациентов выявлено уменьшение площади и объема нейро-ретинального пояска (НРП), уменьшение толщины слоя нервных волокон (СНВ), увеличение отношения диаметра экскавации к диаметру ДЗН

(Э/Д) различной степени выраженности. Морфометрические параметры ДЗН у пациентов обеих групп представлены в таблице 9.

Таблица 9. Исходные морфометрические параметры ДЗН по данным конфокальной лазерной сканирующей офтальмоскопии (НРТ), $M \pm \sigma$

Параметры	Группы наблюдения		Показатель достоверности	Нормальные значения
	Основная (n=36)	Контрольная (n=34)		
Площадь НРП, мм ²	1,31±0,27	1,23±0,17	p=0,121	1,31-1,96
Объем НРП, мм ³	0,28±0,11	0,27±0,08	p=0,336	0,30-0,61
Отношение диаметра экскавации к диаметру ДЗН	0,52±0,12	0,56±0,10	p=0,256	0,27-0,55
Средняя толщина СНВ, мм	0,17±0,06	0,16±0,04	p=0,677	0,20-0,32

Примечание: * статически достоверных различий между показателями в группах не выявлено.

Так, наличие низких зрительных функций у всех исследуемых пациентов обеих групп и отсутствие компенсации ВГД на фоне гипотензивной терапии определило целесообразность проведения факоэмульсификации и комбинированного лазерно-хирургического лечения – YAG-лазерной активации трабекулы с факоэмульсификацией катаракты и имплантацией ИОЛ.

3.2.2. Клиника раннего послеоперационного периода

При выполнении комбинированного лечения у пациентов с ПОУГ в сочетании с осложненной катарактой (YAG-ЛАТ с последующей ФЭ), как в ходе лазерного этапа, так и хирургического, интраоперационных осложнений отмечено не было. В контрольной группе пациентов во время выполнения ФЭ также не было отмечено осложнений.

При контроле ВГД после YAG-ЛАТ по вышеописанной методике в указанном диапазоне энергетических параметров подъема уровня офтальмотонуса у пациентов не было отмечено ни в одном случае.

По объему ирригационной жидкости, кумулятивной рассеянной ультразвуковой энергии и длительности факоэмульсификации основная и контрольная группы были сопоставимы ($p > 0,05$).

В раннем послеоперационном периоде в 1-е сутки после операции у пациентов основной группы реактивный подъем ВГД был отмечен на 3-х глазах из 36 (8,3%), в контрольной – на 11-ти глазах из 34 (32,4%). Следует отметить, что повышение уровня ВГД более 30 мм рт.ст. по Маклакову было отмечено у 4-х пациентов контрольной группы (в 11,8% случаев). Нормализация офтальмотонуса была достигнута ко 2-3-му дню после операции усилением гипотензивной терапии с последующим снижением ее интенсивности.

Для оценки степени выраженности экссудативно-воспалительной реакции переднего отрезка глаза использовалась классификация Федорова С.Н. и Егоровой Э.В. (1992) [49]. В раннем послеоперационном периоде у пациентов обеих групп наличие болевого синдрома, а также следующих признаков при биомикроскопии: инъекция глазного яблока, отек роговицы, наличие феномена Тиндаля или экссудативной реакции.

Согласно классификации Федорова С.Н. и Егоровой Э.В. (1992) выделяют 4 степени выраженности экссудативно-воспалительной реакции:

- 1-я степень – слабая инъекция глазного яблока, незначительный отек стромы роговицы или единичные нежные складки десцеметовой мембраны 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 мембраны, 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.

У большинства пациентов основной (в 91,7%) и контрольной (в 88,2%) групп на 1-3 сутки после оперативного лечения не было отмечено признаков экссудативно-воспалительной реакции.

Воспалительная реакция 1-й степени в виде легкого отека стромы роговицы в области основного разреза или единичных нежных складок десцеметовой мембраны была отмечена в 8,3% случаев (3 глаз из 36) в основной группе, и в 11,8% случаев – в контрольной (таблица 10).

2-я степень воспалительной реакции глаза в виде диффузного отека эпителия роговицы, складок десцеметовой оболочки и точечной взвеси во влаге передней камеры была отмечена в основной и контрольной группе в 2,7% и 2,9% соответственно (таблица 10).

Экссудативно-воспалительная реакция 3-й или 4-й степени ни в одной из клинических групп выявлена не была.

Таблица 10. Выраженность экссудативно-воспалительной реакции переднего отрезка глаза в раннем послеоперационном периоде у пациентов обеих групп

Степень выраженности	Основная группа (YAG-ЛАТ с ФЭ)	Контрольная группа (ФЭ)
1-я степень	8,3% (3 из 36)	11,8% (4 из 34)
2-я степень	2,7% (1 из 36)	2,9% (1 из 34)

Примечание: в скобках указано абсолютное количество глаз

Так, в раннем послеоперационном периоде у пациентов основной группы после комбинированного лечения (YAG-ЛАТ с ФЭ) реактивный подъем ВГД был отмечен в меньшем проценте случаев в сравнении с пациентами контрольной группы после факоэмульсификации – в 8,3% и 32,4% случаев соответственно. Степень выраженности экссудативно-воспалительной реакции переднего отрезка глаза после лечения у пациентов обеих групп была сопоставима.

3.2.3. Оценка состояния эндотелия роговицы в различные сроки наблюдения

С целью изучения безопасности разработанной технологии комбинированного лечения (YAG-ЛАТ с ФЭ) изучали динамику плотности эндотелиальных клеток (ПЭК) роговицы в послеоперационном периоде.

Согласно полученным данным, в обеих группах не было выявлено статистически значимых различий по показателю снижения количества эндотелиальных клеток (ЭК) роговицы в различные сроки после оперативного вмешательства (таблица 11).

Так, через 1 месяц после комбинированного лечения процент потери эндотелиальных клеток в среднем составил 12,6%, к 12 месяцам – 9,8% и к 24 месяцам – 8,7% (таблица 11), что также сопоставимо с данными научной

литературы при проведении только факоемульсификации у пациентов с глаукомой.

Таблица 11. Динамика плотности эндотелиальных клеток после лечения в различные сроки наблюдения ($M \pm \sigma$)

Срок наблюдения	Основная группа (YAG-ЛАТ с ФЭ), n=36		Контрольная группа (ФЭ), n=34		Значение p
	ПЭК (кл/мм ²)	% потери ЭК	ПЭК (кл/мм ²)	% потери ЭК	
До лечения	2389±79	-	2394±98	-	
1 месяц	2088±77	12,6	2104±102	12,1	p=0,381*
3 месяца	2124±87	11,1	2132±99	10,9	p=0,404*
6 месяцев	2139±78	10,4	2153±96	10,1	p=0,129*
12 месяцев	2154±76	9,8	2167±96	9,5	p=0,075*
18 месяцев	2166±69	9,3	2175±96	9,1	p=0,321*
24 месяца	2180±74	8,7	2159±84	8,5	p=0,151*

Примечание: * статистически достоверных различий между показателями в обеих группах не выявлено.

По результатам исследования можно сделать вывод, что предложенная технология комбинированного лечения с применением лазерного вмешательства в качестве антиглаукомного компонента безопасна и обладает минимальной инвазивностью.

3.3. Состояние гидродинамики глаза в различные сроки наблюдения

Целью данного раздела явилась оценка состояния гидродинамики глаза у пациентов после комбинированного лечения (YAG-ЛАТ с ФЭ) и после проведения только факоэмульсификации в различные сроки наблюдения, а также изучение характера гипотензивной терапии после проведенного лечения.

К концу 1-й недели после лечения у пациентов основной группы (YAG-ЛАТ с ФЭ) средний уровень ВГД по Маклакову был равен $19,31 \pm 1,92$ мм рт.ст. – произошло достоверное снижение по сравнению с дооперационными значениями в среднем на $4,81 \pm 2,3$ мм рт.ст. (на 19,5 % от исходного уровня ВГД) ($p < 0,0001$). В контрольной группе (ФЭ) уровень ВГД по Маклакову в среднем был равен $19,68 \pm 2,23$ мм рт.ст. – также произошло снижение уровня ВГД (по Маклакову) в среднем на $3,35 \pm 1,4$ мм рт.ст. (на 14,4% от исходного) ($p < 0,0001$). После комбинированного лечения степень снижения ВГД (по Маклакову) была достоверно выше ($p = 0,007$).

Через 1 месяц после лечения средний уровень ВГД по Маклакову у пациентов основной группы составил $18,31 \pm 1,45$ мм рт.ст., что на 23,5% ниже исходного уровня ВГД (в среднем снижение на $5,8 \pm 2,4$ мм рт.ст.). Среди пациентов контрольной группы средний уровень ВГД по Маклакову был равен $19,53 \pm 1,67$ мм рт.ст., т.е. так же отмечено снижение в сравнении с исходным значением – в среднем на 14,8% (на $3,5 \pm 1,6$ мм рт.ст.). Степень снижения ВГД (по Маклакову) в основной группе пациентов была достоверно выше в сравнении с контрольной группой ($p = 0,003$).

Исследование состояния гидродинамики глаза методом тонографии у пациентов обеих групп проводилось через 1 месяц после проведенного хирургического вмешательства, после завершения курса консервативной противовоспалительной терапии в послеоперационном периоде (в том числе инстилляций препаратов глюкокортикостероидов по убывающей схеме).

Отмечено, что через 1 месяц у пациентов основной группы уровень истинного ВГД (P_0) снизился до $14,70 \pm 1,44$ мм рт.ст. (на $6,22 \pm 2,60$ мм рт.ст. – 28,8% от исходного уровня; $p < 0,0001$) на фоне увеличения коэффициента легкости оттока внутриглазной жидкости (C) с $0,10 \pm 0,02$ до $0,23 \pm 0,04$ (в 2,3 раза).

Через 1 месяц у пациентов контрольной группы также отмечалось достоверное снижение уровня истинного ВГД (P_0) до $16,58 \pm 1,62$ мм рт.ст. (на $3,92 \pm 2,0$ мм рт.ст. – 18,3% от исходного уровня; $p < 0,0001$). Коэффициент легкости оттока внутриглазной жидкости (C) увеличился незначительно, с $0,10 \pm 0,01$ до $0,12 \pm 0,02$.

Различия среднего уровня истинного ВГД, коэффициента легкости оттока внутриглазной жидкости от исходных показателей через 1 месяц после проведенного лечения в основной и контрольной группах были статистически достоверны ($p < 0,0001$). После комбинированного лечения (YAG-ЛАТ с ФЭ) показатели гидродинамики улучшились в большей степени ($p < 0,0001$) в сравнении с контрольной группой пациентов, которым проведена только фактоэмульсификация катаракты с имплантацией ИОЛ.

В течение 4-х недель после лечения пациенты основной группы применяли те же гипотензивные препараты, что и до проведения оперативного вмешательства. Среднее количество используемых гипотензивных препаратов в данной группе не изменилось и составило $1,53 \pm 0,65$.

В контрольной группе 3-м пациентам (3 глаза из 34 – 8,8%) через 2 недели после лечения в связи с повышением уровня офтальмотонуса до 27-28 мм рт. ст. усилили гипотензивную терапию, дополнительно назначив 1 препарат, и нормализация ВГД достигнута. Таким образом, среднее количество гипотензивных препаратов у пациентов контрольной группы к 1 месяцу наблюдения составило $1,53 \pm 0,51$.

При сроке наблюдения до 3 месяцев у пациентов основной группы после комбинированного лечения нормализация ВГД отмечена в 100% случаев (36 глаз из 36). Показатели гидродинамики глаза оставались в пределах

нормальных значений: средний уровень ВГД по Маклакову составил $17,22 \pm 1,15$ мм рт.ст. (снижение на $6,89 \pm 2,3$ мм рт.ст. – 28,0% от исходного уровня); средний уровень истинного ВГД (P_0) – $14,0 \pm 1,50$ мм рт.ст. (снижение на $6,97 \pm 2,73$ мм рт.ст. – 32,3% от исходного уровня). Коэффициент легкости оттока (C) внутриглазной жидкости был в среднем равен $0,24 \pm 0,04$ ммз/мин/мм рт.ст. (увеличился в 2,4 раза в сравнении с исходным значением). Следует отметить, что среднее количество используемых гипотензивных средств снизилось до $0,94 \pm 0,72$. В 27,8% случаев (10 глаз из 36) нормализация ВГД достигнута без гипотензивных препаратов.

В контрольной группе пациентов в срок до 3 месяцев наблюдения нормализация офтальмотонуса была достигнута в 79,4% случаев (27 глаз из 34). В 20,6% случаев (7 глаз из 34) ко 2-му месяцу наблюдения отмечено повышение уровня ВГД по Маклакову в среднем до $26,3 \pm 0,76$ мм рт.ст. В связи с этим, пациентам была усилена гипотензивная терапия (дополнительно назначен 1 гипотензивный препарат), после чего была достигнута нормализация офтальмотонуса. Среднее количество гипотензивных препаратов в контрольной группе к 3-м месяцам наблюдения составило $1,71 \pm 0,58$.

К 3 месяцам после проведенного лечения средний уровень ВГД по Маклакову в контрольной группе составил $20,71 \pm 2,10$ мм рт.ст. (снижение на $2,24 \pm 2,2$ мм рт.ст. – 9,2% от исходного уровня); средний уровень истинного ВГД (P_0) – $17,35 \pm 1,84$ мм рт.ст. (снижение на $3,14 \pm 2,99$ мм рт.ст. – 13,9% от исходного уровня). Коэффициент легкости оттока внутриглазной жидкости в среднем был равен $0,12 \pm 0,02$ ммз/мин/мм рт.ст. (увеличился незначительно).

У пациентов основной группы после комбинированного лечения в срок до 6-ти месяцев уровень офтальмотонуса и показатели гидродинамики оставались в пределах нормы в 97,2 % случаев (35 глаз из 36).

В основной группе пациентов к 6 месяцам уровень ВГД по Маклакову в среднем снизился на $5,94 \pm 2,45$ мм рт.ст. (25,7% от исходного уровня ВГД) и составил $18,17 \pm 1,44$ мм рт.ст. Уровень истинного ВГД (P_0) был равен

14,91±1,82 мм рт.ст. (снижился на 6,04±2,91 мм рт.ст. от исходного уровня – на 27,8%). Коэффициент легкости оттока в среднем был равен 0,24±0,05 ммз/мин/мм рт.ст. (в 2,5 раза превышал исходное значение).

Через 5 месяцев после комбинированного лечения 1-му пациенту (1 глаз из 36 - 2,8%) в связи с повышением ВГД (по Маклакову) до 27 мм рт.ст. возобновили инстилляцию гипотензивного препарата, после чего была достигнута нормализация офтальмотонуса, уровень ВГД оставался в пределах нормы в последующие сроки наблюдения.

Среднее количество гипотензивных средств, используемых пациентами основной группы, к 6 месяцам наблюдения составило 0,72±0,62. В 36,1% случаев (13 глаз из 36) нормализация ВГД достигнута без применения гипотензивных препаратов.

При сроке наблюдения до 6-ти месяцев после факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ нормализация показателей гидродинамики достигнута в 85,3% случаев (29 глаз из 34). Так, к 6 месяцам средний уровень ВГД по Маклакову составил 20,91±1,76 мм рт.ст. (снижение на 2,12±2,0 мм рт.ст. – 8,7% от исходного уровня); средний уровень истинного ВГД (P₀) – 17,31±1,47 мм рт.ст. (снижение на 3,18±2,78 мм рт.ст. – 14,1% от исходного уровня). Коэффициент легкости оттока внутриглазной жидкости в среднем был равен 0,12±0,02 ммз/мин/мм рт.ст. (увеличился незначительно).

В связи с повышением ВГД до 27-28 мм рт.ст. 2-м пациентам (2 глаза из 34 – 5,9%) была проведена YAG-лазерная активация трабекулы, из них 1-му пациенту (1 глаз из 34 – 2,9%) через 5 месяцев после ФЭ, и 1-му пациенту (1 глаз из 34 – 2,9%) через 6 месяцев. Во время операции и в послеоперационном периоде осложнения отмечены не были.

Через 6 месяцев после факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ в 8,8% случаев (3 глаза из 34) в связи с повышением уровня офтальмотонуса до 26,3±0,58 мм рт.ст. по Маклакову усилили гипотензивную терапию, дополнительно назначив 1 препарат, уровень ВГД снижился и оставался в пределах нормы до конца наблюдения. Среднее количество

гипотензивных средств, используемых пациентами контрольной группы, в срок 6 месяцев составило $1,79 \pm 0,59$.

Различия в показателях гидродинамики глаза (уровень ВГД по Маклакову, истинного ВГД, коэффициент легкости оттока внутриглазной жидкости), по степени снижения ВГД к 6-ти месяцам наблюдения между группами были статистически достоверны ($p < 0,0001$), что подтверждает более высокую эффективность комбинированного лечения (YAG-ЛАТ с ФЭ) в нормализации гидродинамики глаза, его патогенетическую направленность.

Пациенты основной группы в большинстве случаев находились на монотерапии (55,6%) через 6 месяцев после комбинированного лечения, в 36,1% случаев (13 глаз из 36) нормализация ВГД была достигнута без применения пациентами гипотензивных средств. В контрольной группе, напротив, пациенты в подавляющем большинстве случаев применяли комбинированную гипотензивную терапию (70,6 %), и в 29,4% случаев использовали один гипотензивный препарат. В качестве гипотензивной терапии пациенты в основном применяли препараты из группы β -адреноблокаторов и ингибиторов карбоангидразы (таблица 12). Это подтверждает более выраженный гипотензивный эффект комбинированного лечения (YAG-лазерной активации трабекулы с ФЭ) по сравнению с проведением только факоемульсификации.

Таблица 12. Характер гипотензивной терапии у пациентов основной и контрольной групп через 6 месяцев после лечения, количество глаз (%)

Группа	Без гипотензивных средств	Характер гипотензивной терапии	
		монотерапия	комбинированная
Основная (n=36)	13 (36,1%)	20 (55,6%)	3 (8,3%)
Контрольная (n=34)	-	10 (29,4%)	24 (70,6%)

В отдаленном послеоперационном периоде к 12-ти месяцам наблюдения в основной группе пациентов, после комбинированного лечения, нормализация ВГД достигнута в 97,2% случаев (35 глаз из 36). Средний уровень ВГД по Маклакову был равен $18,44 \pm 1,40$ мм рт.ст. (в среднем снизился на $5,67 \pm 2,39$ мм рт.ст. – 22,9% от исходного уровня ВГД). Показатели гидродинамики глаза оставались в пределах нормы: уровень истинного ВГД (P_0) был равен $14,85 \pm 1,36$ мм рт.ст. (снизился на $6,1 \pm 2,93$ мм рт.ст. от исходного уровня – на 27,9%), коэффициент легкости оттока в среднем был равен $0,23 \pm 0,05$ мм³/мин/мм рт.ст. (в 2,3 раза выше исходного значения).

В связи с повышением ВГД (по Маклакову) до 27 мм рт.ст. одному пациенту основной группы (1 глаз из 36 – 2,8%) через 9 месяцев после операции возобновили инстилляцию гипотензивного препарата, таким образом была достигнута нормализация офтальмотонуса, уровень ВГД оставался в пределах нормы в последующие сроки наблюдения.

К 12-ти месяцам наблюдения после комбинированного лечения в 41,7% случаев (15 глаз из 36) нормализация офтальмотонуса у пациентов основной группы достигнута без использования местной гипотензивной терапии. Среднее количество применяемых гипотензивных средств в основной группе пациентов составило $0,64 \pm 0,60$.

В контрольной группе пациентов к 12-ти месяцам наблюдения нормализация ВГД (по Маклакову) достигнута в 70,6% случаев (24 глаза из 34).

Через 12 месяцев после лечения в контрольной группе уровень ВГД по Маклакову в среднем составил $21,32 \pm 1,63$ мм рт.ст. (снижение на $1,71 \pm 2,27$ мм рт.ст. – 6,7% от исходного уровня). Средний уровень истинного ВГД (P_0) был равен $17,54 \pm 1,49$ мм рт.ст. (снижение на $2,95 \pm 2,85$ мм рт.ст. – 12,9% от исходного уровня), коэффициент легкости оттока внутриглазной жидкости в среднем составил $0,12 \pm 0,02$ мм³/мин/мм рт.ст.

В 14,7% случаев (5 глаз из 34) была проведена YAG-лазерная активация трабекулы в связи с повышением уровня ВГД по Маклакову в среднем до

27,2±0,84 мм рт.ст. на комбинированной гипотензивной терапии. На 3-х глазах из 34 (8,8%) лазерное лечение проведено через 9 месяцев после ФЭ, и на 2-х глазах из 34 (5,9%) – через 12 месяцев. В последующие сроки наблюдения (к 18 мес.) у данных пациентов после YAG-ЛАТ отмечено увеличение коэффициента легкости оттока (C) до 0,17± 0,01 ммз/мин/мм рт.ст., и была проведена коррекция гипотензивной терапии.

Через 12 месяцев пациентам контрольной группы в 14,7% случаев (5 глаз из 34) в связи с повышением уровня офтальмотонуса до 26,4±0,55 мм рт.ст. по Маклакову была усилена гипотензивная терапия, дополнительно был назначен один препарат, уровень ВГД снизился и оставался в пределах нормы до конца периода наблюдения. Среднее количество гипотензивных средств, используемых пациентами контрольной группы к 12 месяцам наблюдения, составило 1,85±0,44.

В отдаленном периоде наблюдения (18-24 месяца) после комбинированного лечения уровень ВГД и показатели гидродинамики оставались в пределах нормальных значений в 97, 2% случаев (35 глаз из 36). ВГД по Маклакову к 18-му месяцу снизилось в среднем на 5,5±2,38 мм рт.ст. (22,1%) по сравнению с исходными значениями, P₀ – в среднем на 5,83±2,73 мм рт.ст. (на 26,7%) на фоне увеличения коэффициента легкости оттока (C) в среднем до 0,22±0,04 ммз/мин/мм рт.ст. (в 2,2 раза). Важно отметить, что нормализация офтальмотонуса в 41,7% случаев (15 глаз из 36) была достигнута без применения гипотензивных препаратов.

В связи с подъемом ВГД одному пациенту основной группы (1 глаз – 2,8%) через 15 месяцев после операции усилили гипотензивную терапию, в результате уровень офтальмотонуса снизился и оставался в пределах нормы в последующие сроки наблюдения.

Среднее количество гипотензивных средств, используемых пациентами основной группы, составило 0,67±0,63.

В контрольной группе пациентов (после ФЭ) к 18-ти месяцам нормализация ВГД достигнута в 82,4% случаев (28 глаз из 34). Уровень ВГД

(по Маклакову) в среднем был равен $21,77 \pm 3,16$ мм рт.ст., P_0 - $18,03 \pm 3,11$ мм рт.ст., коэффициент легкости оттока (С) по сравнению с дооперационным значением увеличился незначительно и в среднем составил $0,11 \pm 0,02$ мм³/мин/мм рт.ст.

В 8,8% случаев (3 глаза из 34) в связи с повышением уровня офтальмотонуса до 26-27 мм рт.ст. по Маклакову была усилена гипотензивная терапия, вследствие чего уровень ВГД снизился и оставался в пределах нормы до конца наблюдения.

Среднее количество гипотензивных препаратов в контрольной группе пациентов к 18 месяцам наблюдения – $1,94 \pm 0,34$.

На 3-х глазах (8,8 %) в связи с отсутствием компенсации ВГД (30-31 мм рт.ст.) на фоне комбинированной гипотензивной терапии была выполнена микроинвазивная непроникающая глубокая склерэктомия (МНГСЭ) через 18 месяцев от начала наблюдения. После проведения хирургического лечения уровень офтальмотонуса нормализовался без применения гипотензивных средств. Пациенты, которым была выполнена МНГСЭ, из дальнейшего наблюдения были исключены.

К концу периода наблюдения (24 месяца) в основной группе пациентов уровень ВГД и показатели гидродинамики оставались в пределах нормальных значений в 96,4% случаев (27 глаз из 28). Уровень ВГД по Маклакову снизился в среднем на $5,21 \pm 2,44$ мм рт.ст. (21,1%) по сравнению с исходным значением и был равен $18,64 \pm 1,31$ мм рт.ст. (n=28). Истинное ВГД (P_0) в среднем было равно $15,21 \pm 1,45$ мм рт.ст. (снизилось в среднем на $5,5 \pm 2,96$ мм рт.ст. – на 25,2%) на фоне увеличения коэффициента легкости оттока (С) в среднем до $0,20 \pm 0,03$ мм³/мин/мм рт.ст. (в 2 раза).

В связи с подъемом ВГД до 28 мм рт.ст. по Маклакову 1-му пациенту (1 глаз – 3,6%) через 20 месяцев была проведена повторная YAG-лазерная активация трабекулы, уровень офтальмотонуса снизился и оставался в пределах нормы в последующие сроки наблюдения.

Среднее количество используемых гипотензивных средств в основной группе пациентов – $0,64 \pm 0,56$, в 39,3% случаев (11 глаз из 28) пациенты не применяли гипотензивные препараты.

В контрольной группе пациентов к 24 месяцам наблюдения уровень ВГД и показатели гидродинамики оставались в пределах нормальных значений в 92,0% случаев (23 глаза из 25). Средний уровень ВГД (по Маклакову) был равен $21,36 \pm 1,91$ мм рт.ст., P_0 – $17,52 \pm 1,83$ мм рт.ст., коэффициент легкости оттока (C) в среднем составил $0,10 \pm 0,02$ мм³/мин/мм рт.ст.

В 8,0% случаев (2 глаза из 25) через 22 месяца после ФЭ была проведена YAG-лазерная активация трабекулы в связи с повышением уровня ВГД по Маклакову в среднем до 28 мм рт.ст. на комбинированной гипотензивной терапии. В последующие сроки наблюдения у данных пациентов уровень офтальмотонуса снизился и оставался в пределах нормальных значений.

Среднее количество применяемых пациентами гипотензивных средств к концу периода наблюдения (24 месяца) – $1,92 \pm 0,28$.

Динамика состояния офтальмотонуса (по Маклакову) в различные сроки наблюдения у пациентов обеих групп представлена в таблице 13.

Таблица 13. Динамика уровня ВГД (по Маклакову) в различные сроки наблюдения ($M \pm \sigma$)

Срок наблюдения	Основная группа (YAG-ЛАТ с ФЭ)	Контрольная группа (ФЭ)	Достоверность различий между группами (p_2)
До лечения	$24,11 \pm 2,52$ (n=36)	$23,03 \pm 2,41$ (n=34)	$p_2=0,096$
7 дней	$19,31 \pm 1,93$ (n=36) $p_1 < 0,0001$	$19,68 \pm 2,23$ (n=34) $p_1 < 0,0001$	$p_2=0,579$
1 месяц	$18,31 \pm 1,45$ (n=36) $p_1 < 0,0001$	$19,53 \pm 1,67$ (n=34) $p_1 < 0,0001$	$p_2=0,003$

3 месяца	17,22±1,15 (n=36) p ₁ <0,0001	20,71±2,10 (n=34) p ₁ <0,0001	p₂ <0,0001
6 месяцев	18,17±1,44 (n=36) p ₁ <0,0001	20,91±1,76 (n=34) p ₁ <0,0001	p₂ <0,0001
12 месяцев	18,44±1,40 (n=36) p ₁ <0,0001	21,32±1,63 (n=34) p ₁ =0,001	p₂ <0,0001
18 месяцев	18,61±1,29 (n=36) p ₁ <0,0001	21,77±3,16 (n=34) p ₁ =0,067	p₂ <0,0001
24 месяца	18,64±1,31 (n=28) p ₁ <0,0001	21,36±1,91 (n=25) p ₁ =0,234	p₂ <0,0001

Примечание:

p₁ – коэффициент достоверности различий между показателями до лечения и после в различные сроки наблюдения внутри группы

p₂ – коэффициент достоверности различий между идентичными показателями в двух группах

Показатели гидродинамики глаза в различные сроки наблюдения (до 24 месяцев) у пациентов основной группы достоверно (p<0,05) отличались от показателей контрольной группы пациентов (таблица 14). Нормализация ВГД после лазерно-хирургического лечения (YAG-ЛАТ с ФЭ) сопровождалась значительным увеличением показателя коэффициента легкости оттока (С) по сравнению с исходным значением на всех сроках наблюдения. Это подтверждает патогенетическую направленность и более выраженный гипотензивный эффект комбинированного лечения по сравнению с проведением только факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ.

Таблица 14. Изменение показателей гидродинамики глаза у пациентов в различные сроки наблюдения (M±σ)

		До операции	После операции					
			1 месяц	3 месяца	6 месяцев	12 месяцев	18 месяцев	24 месяца
P ₀ (мм рт.ст.)	Основная группа	20,95±2,98	14,70±1,44 (n=36) p ₁ <0,0001	14,0±1,50 (n=36) p ₁ <0,0001	14,91±1,82 (n=36) p ₁ <0,0001	14,85±1,36 (n=36) p ₁ <0,0001	15,13±1,32 (n=36) p ₁ <0,0001	15,21±1,45 (n=28) p ₁ <0,0001
	Контрольная группа	20,50±3,01	16,58±1,62 (n=34) p ₁ <0,0001	17,35±1,84 (n=34) p ₁ <0,0001	17,31±1,47 (n=34) p ₁ <0,0001	17,54±1,50 (n=34) p ₁ <0,0001	18,03±3,11 (n=34) p ₁ =0,001	17,52±1,83 (n=25) p ₁ =0,011
	Значение p	p ₂ =0,668	p₂<0,0001	p₂<0,0001	p₂<0,0001	p₂<0,0001	p₂<0,0001	p₂<0,0001
C (ммз/мин/мм рт.ст.)	Основная группа	0,10±0,02	0,23±0,04 (n=36) p ₁ <0,0001	0,24±0,04 (n=36) p ₁ <0,0001	0,24±0,05 (n=36) p ₁ <0,0001	0,23±0,05 (n=36) p ₁ <0,0001	0,22±0,04 (n=36) p ₁ <0,0001	0,20±0,03 (n=28) p ₁ <0,0001
	Контрольная группа	0,10±0,01	0,12±0,02 (n=34) p ₁ <0,0001	0,12±0,02 (n=34) p ₁ <0,0001	0,12±0,02 (n=34) p ₁ <0,0001	0,12±0,02 (n=34) p ₁ =0,001	0,11±0,02 (n=34) p ₁ =0,236	0,10±0,02 (n=25) p ₁ =0,904
	Значение p	p ₂ =0,517	p₂<0,0001	p₂<0,0001	p₂<0,0001	p₂<0,0001	p₂<0,0001	p₂<0,0001

		До операции	После операции					
			1 месяц	3 месяц	6 месяцев	12 месяцев	18 месяцев	24 месяца
F (ммз/мин)	Основная группа	1,98±0,27	1,93±0,19 (n=36) p ₁ =0,111	2,17±0,28 (n=36) p ₁ =0,001	2,29±0,25 (n=36) p ₁ <0,0001	2,31±0,26 (n=36) p ₁ <0,0001	2,31±0,22 (n=36) p ₁ <0,0001	2,28±0,22 (n=28) p ₁ <0,0001
	Контрольная группа	1,92±0,23	1,85±0,20 (n=34) p ₁ =0,001	1,89±0,22 (n=34) p ₁ =0,130	1,89±0,19 (n=34) p ₁ =0,275	1,89±0,20 (n=34) p ₁ =0,549	1,88±0,19 (n=34) p ₁ =0,356	1,92±0,21 (n=25) p ₁ =0,903
	Значение p	p ₂ =0,345	p ₂ =0,093	p₂<0,0001	p₂<0,0001	p₂<0,0001	p₂<0,0001	p₂<0,0001
КБ (P ₀ /C)	Основная группа	211,9±64,5	64,5±12,3 (n=36) p ₁ <0,0001	61,4±13,6 (n=36) p ₁ <0,0001	65,3±17,7 (n=36) p ₁ <0,0001	66,4±16,5 (n=36) p ₁ <0,0001	72,4±16,7 (n=36) p ₁ <0,0001	77,0±15,2 (n=28) p ₁ <0,0001
	Контрольная группа	203,0±41,0	138,6±28,1 (n=34) p ₁ <0,0001	152,5±36,3 (n=34) p ₁ <0,0001	143,6±27,2 (n=34) p ₁ <0,0001	152,7±23,3 (n=34) p ₁ <0,0001	181,0±53,5 (n=34) p ₁ =0,071	177,3±29,2 (n=25) p ₁ =0,185
	Значение p	p ₂ =0,934	p₂<0,0001	p₂<0,0001	p₂<0,0001	p₂<0,0001	p₂<0,0001	p₂<0,0001

Примечание:

p₁ – коэффициент достоверности различий между показателями до лечения и после в различные сроки наблюдения внутри группы

p₂ – коэффициент достоверности различий между идентичными показателями в двух группах

Важно отметить, что в основной группе пациентов после лечения нормализация офтальмотонуса была достигнута при уменьшении количества применяемых гипотензивных препаратов ($p < 0,05$), а в контрольной группе, напротив, – в течение периода наблюдения количество гипотензивных средств, необходимых для нормализации офтальмотонуса, достоверно увеличилось ($p < 0,05$) (таблица 15).

Таблица 15. Среднее количество используемых пациентами гипотензивных средств в различные сроки наблюдения ($M \pm \sigma$)

Срок наблюдения	Основная группа (YAG-ЛАТ с ФЭ)	Контрольная группа (ФЭ)	Достоверность различий между группами (p_2)
До лечения	1,53±0,65 (n=36)	1,44±0,50 (n=34)	$p_2 = 0,742$
1 месяц	1,53±0,65 (n=36)	1,53±0,51 (n=34) $p_1 = 0,083$	$p_2 = 0,739$
3 месяца	0,94±0,72 (n=36) $p_1 < 0,0001$	1,71±0,58 (n=34) $p_1 = 0,007$	$p_2 < 0,0001$
6 месяцев	0,72±0,62 (n=36) $p_1 < 0,0001$	1,79±0,59 (n=34) $p_1 = 0,001$	$p_2 < 0,0001$
12 месяцев	0,64±0,60 (n=36) $p_1 < 0,0001$	1,85±0,44 (n=34) $p_1 < 0,0001$	$p_2 < 0,0001$
18 месяцев	0,67±0,63 (n=36) $p_1 < 0,0001$	1,94±0,34 (n=34) $p_1 < 0,0001$	$p_2 < 0,0001$
24 месяца	0,64±0,56 (n=28) $p_1 < 0,0001$	1,92±0,28 (n=25) $p_1 = 0,001$	$p_2 < 0,0001$

Примечание:

p_1 – коэффициент достоверности различий между показателями до лечения и после в различные сроки наблюдения внутри группы

p_2 – коэффициент достоверности различий между идентичными показателями в двух группах

После комбинированного лечения в отдаленные сроки наблюдения пациенты основной группы в 57,1% случаев находились на монотерапии, в 39,3% случаев (11 глаз из 28) нормализация ВГД была достигнута без применения гипотензивных средств. В контрольной группе в большинстве случаев (92%) пациенты находились на комбинированной гипотензивной терапии (таблица 16).

Таблица 16. Характер гипотензивной терапии у пациентов основной и контрольной групп в отдаленном периоде наблюдения, (%)

Гипотензивная терапия	18 месяцев после лечения		24 месяца после лечения	
	Основная группа (n=36)	Контрольная группа (n=34)	Основная группа (n=28)	Контрольная группа (n=25)
Без применения гипотензивных средств	15 (41,7%)	-	11 (39,3%)	-
Монотерапия	18 (50%)	3 (8,8%)	16 (57,1%)	2 (8%)
Комбинированная терапия	3 (8,3%)	31 (91,2%)	1 (3,6%)	23 (92%)

Полученные результаты подтверждают, что комбинированное лечение (YAG-ЛАТ с ФЭ) обладает высокой гипотензивной эффективностью, что позволило добиться нормализации ВГД в 57,1% случаев на фоне использования только одного гипотензивного препарата, а в 39,3% случаев – без применения гипотензивных средств.

Таким образом, как показали результаты проведенного исследования, уровень офтальмотонуса и показатели гидродинамики в отдаленные сроки наблюдения оставались в пределах нормы у подавляющего большинства пациентов после YAG-ЛАТ с ФЭ (96,4% случаев). К концу срока наблюдения

(24 месяца) уровень ВГД по Маклакову снизился в среднем на $5,21 \pm 2,44$ мм рт.ст. (21,1%) по сравнению с исходным значением и был равен $18,64 \pm 1,31$ мм рт.ст. ($n=28$). Истинное ВГД (P_0) в среднем было равно $15,21 \pm 1,45$ мм рт.ст. (снизилось в среднем на $5,5 \pm 2,96$ мм рт.ст. – на 25,2%) на фоне увеличения коэффициента легкости оттока (С) в среднем до $0,20 \pm 0,03$ мм³/мин/мм рт.ст. (в 2 раза). В контрольной группе пациентов к концу срока наблюдения нормализация офтальмотонуса достигнута в 92,0% случаев, но, важно отметить, для этого в большинстве случаев требовалось усиление гипотензивной терапии. Средний уровень ВГД (по Маклакову) был равен $21,36 \pm 1,91$ мм рт.ст., различия в сравнении с исходным уровнем ВГД статистически недостоверны ($p=0,234$), коэффициент легкости оттока (С) в среднем составил $0,10 \pm 0,02$ мм³/мин/мм рт.ст. и статистически не отличался от исходного значения ($p=0,904$). Среднее количество применяемых гипотензивных препаратов в основной группе снизилось к концу периода наблюдения с $1,53 \pm 0,65$ до $0,64 \pm 0,56$ ($p < 0,0001$), в контрольной группе, напротив, – увеличилось с $1,44 \pm 0,50$ по $1,92 \pm 0,28$ ($p=0,001$). В основной группе пациентов в отдаленном послеоперационном периоде в 39,3% случаев нормализация офтальмотонуса была достигнута без использования гипотензивных средств.

Повторная YAG-лазерная активация трабекулы была проведена одному пациенту основной группы (3,6% – 1 глаз из 28) через 20 месяцев после проведенного комбинированного лечения.

В контрольной группе пациентов в связи с повышением ВГД потребовалось проведение лазерного антиглаукомного вмешательства (YAG-ЛАТ) в 5,9% случаев (2 глаза из 34) через 5-6 месяцев, 8,8% (3 глаза из 34) – через 9 месяцев, 5,9% (2 глаза из 34) – через 12 месяцев, в 8,0% (2 глаза из 25) – через 22 месяца после фактоэмульсификации. В 8,8% случаев (3 глаза из 34) через 18 месяцев после ФЭ пациентам была выполнена непроникающая глубокая склерэктомия, в результате нормализация офтальмотонуса была достигнута.

3.4. Динамика зрительных функций и показателей состояния зрительного нерва

3.4.1. Состояние зрительных функций пациентов в различные сроки наблюдения

В течение всего периода наблюдения у всех пациентов обеих групп после проведенного лечения отмечено достоверное повышение остроты зрения ($p < 0,05$).

К концу периода наблюдения состояние зрительных функций оставалось стабильным у пациентов основной группы в 96,4% случаев. Динамика остроты зрения у пациентов обеих групп представлена в таблице 17.

Таблица 17. Динамика остроты зрения у пациентов обеих групп в различные сроки наблюдения, $M \pm \sigma$

Период наблюдения	Острота зрения	Основная группа (YAG-ЛАТ с ФЭ), n=36	Контрольная группа (ФЭ), n=34
До лечения	НКОЗ	0,15±0,11	0,19±0,12
	МКОЗ	0,36±0,20	0,37±0,19
1 неделя	НКОЗ	0,63±0,21	0,72±0,14
	МКОЗ	0,85±0,20	0,85±0,11
1 месяц	НКОЗ	0,67±0,23	0,73±0,16
	МКОЗ	0,90±0,19	0,92±0,09
3 месяца	НКОЗ	0,73±0,23	0,78±0,11
	МКОЗ	0,90±0,16	0,94±0,08
6 месяцев	НКОЗ	0,78±0,24	0,82±0,10
	МКОЗ	0,93±0,16	0,97±0,06
12 месяцев	НКОЗ	0,78±0,26	0,80±0,14
	МКОЗ	0,96±0,09	0,91±0,12

18 месяцев	НКОЗ	0,78±0,28	0,81±0,15
	МКОЗ	0,96±0,08	0,92±0,10
24 месяца	НКОЗ	0,77±0,23 (n=28)	0,79±0,16 (n=25)
	МКОЗ	0,95±0,09 (n=28)	0,91±0,12 (n=25)

Периферическое поле зрения при сроке наблюдения до 12 месяцев оставалось без изменений у всех пациентов в обеих группах.

Границы периферического поля зрения в отдаленном периоде (24 месяца) оставались стабильными в 96,4% случаев (27 глаз из 28) у пациентов основной группы, в 92% случаев (23 глаза из 25) у пациентов контрольной группы.

В отдаленные сроки наблюдения (18-24 месяца) сужение границ поля зрения на 5 градусов отмечено у 1-го пациента основной группы (1 глаз из 28 – 3,6%) и 2-х пациентов контрольной группы с развитой стадией глаукомы (2 глаза из 25 – 8,0%), но при этом не выявлено прогрессирование глаукоматозного процесса с переходом в последующую стадию. Динамика изменений границ периферического поля зрения представлена в таблице 18.

Таблица 18. Изменение границ периферического поля зрения (сумма градусов по 8-ми меридианам), Me (IQR)

Группы	До лечения	Отдаленный период наблюдения (24 мес.)	Достоверность различий показателей до и после лечения (p1)
Основная (n=28)	530 (10)	525 (15)	0,913
Контрольная (n=25)	530 (30)	523 (35)	0,659
Значение p2	0,265	0,224	

Примечание:

p_1 – коэффициент достоверности различий между показателями до лечения и после в различные сроки наблюдения внутри группы

p_2 – коэффициент достоверности различий между идентичными показателями в двух группах

По данным компьютерной периметрии отрицательная динамика в виде уменьшения показателя MD, увеличения количества относительных и абсолютных скотом в центральном поле зрения при сроке наблюдения до 12 месяцев у пациентов в обеих группах не была отмечена.

В отдаленные сроки наблюдения (24 месяца) отрицательная динамика данных компьютерной периметрии отмечена у 2-х пациентов основной группы (2 глаза из 28 – 7,1%) и у 3-х пациентов контрольной группы (3 глаза из 25 – 12,0%). Изменение показателей компьютерной периметрии представлены в таблице 19.

Таблица 19. Изменение показателей компьютерной периметрии в отдаленном периоде у пациентов обеих групп, Me (IQR)

Параметры	Исходные показатели		К концу периода наблюдения	
	Основная (n=36)	Контрольная (n=34)	Основная (n=28)	Контрольная (n=25)
MD, дБ	-3,25 (3,56)	-3,72 (3,24)	-3,15 (3,34)	-3,78 (3,36)
PSD, дБ	2,37 (2,74)	2,70 (1,7)	2,41 (2,78)	2,74 (1,75)
Кол-во отн. скотом	3,5 (4)	4 (2)	3,75 (3)	4 (3)
Кол-во абс. скотом	1 (4)	1,5 (4)	1 (4,5)	1,5 (4)

Примечание: различия между показателями статистически недостоверны ($p>0,05$)
MD (mean deviation) – периметрический индекс, характеризующий среднее отклонение светочувствительности сетчатки; PSD (pattern standard deviation) – стандартное отклонение светочувствительности сетчатки

На основании полученных результатов исследования остроты зрения, периферического поля зрения и данных компьютерной периметрии можно сделать вывод, YAG-лазерная активация трабекулы с последующей факэмульсификацией в 96,4% случаев позволила достигнуть стабилизации глаукоматозного процесса при начальных стадиях ПОУГ.

3.4.2. Оценка состояния зрительного нерва у пациентов в различные сроки наблюдения

При анализе данных HRT в ранние сроки наблюдения (до 12 месяцев) отрицательной динамики по следующим показателям: объему и площади НРП, отношению диаметра экскавации к диаметру ДЗН, средней толщине СНВ, - у пациентов обеих групп после лечения отмечено не было.

В отдаленные сроки (18-24 месяцев) после комбинированного лечения у пациентов основной группы отрицательная динамика была отмечена в 3,6% случаев (1 глаз из 28), у пациентов контрольной группы после ФЭ – отмечена в 12,0% случаев (3 глаза из 25). У подавляющего большинства пациентов обеих групп после операции показатели состояния зрительного нерва и толщины слоя нервных волокон сетчатки оставались стабильными в отдаленном послеоперационном периоде, статистически достоверной разницы ($p > 0,05$) между показателями до и после операции в обеих группах выявлено не было (таблица 20).

Таблица 20. Морфометрические параметры ДЗН по данным конфокальной лазерной сканирующей офтальмоскопии (НРТ) до лечения и в отдаленном периоде наблюдения, $M \pm \sigma$

Параметры	Исходные показатели		К концу периода наблюдения	
	Основная группа (n=36)	Контрольная группа (n=34)	Основная группа (n=28)	Контрольная группа (n=25)
Площадь НРП, мм ²	1,31±0,27	1,23±0,17	1,33±0,23	1,24±0,19
Объем НРП, мм ³	0,28±0,11	0,27±0,08	0,27±0,12	0,28±0,10
Отношение диаметра экскавации к диаметру ДЗН (Э/Д)	0,52±0,12	0,56±0,10	0,54±0,10	0,57±0,13
Средняя толщина СНВ, мм	0,17±0,06	0,16±0,04	0,17±0,08	0,16±0,07

Таким образом, на основании полученных данных, отмечено, что у пациентов после комбинированного лечения (YAG-ЛАТ с ФЭ) отрицательная динамика к концу срока наблюдения выявлена в меньшем количестве случаев, чем у пациентов, которым была проведена только факоемульсификация катаракты, что подтвердило эффективность YAG-ЛАТ с ФЭ в стабилизации глаукомного процесса у пациентов с начальной и развитой стадиями ПОУГ и осложненной катарактой.

3.5. Показания и противопоказания для применения технологии комбинированного лечения – YAG-лазерной активации трабекулы и факоэмульсификации катаракты у пациентов с ПОУГ и осложненной катарактой

Основными показаниями к проведению разработанной технологии комбинированного лечения – сочетанной YAG-лазерной активации трабекулы и факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ - у пациентов с ПОУГ и осложненной катарактой являются:

- умеренно повышенный уровень ВГД на фоне или без гипотензивных препаратов у пациентов с начальной и развитой стадиями ПОУГ в сочетании с осложненной катарактой III-IV степени плотности по классификации Buratto L.;
- нормальный уровень ВГД на гипотензивной терапии у пациентов с начальной и развитой стадиями ПОУГ в сочетании с осложненной катарактой III-IV степени плотности по классификации Buratto L.

Противопоказания к проведению технологии сочетанной YAG-лазерной активации трабекулы и факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ у пациентов с ПОУГ и осложненной катарактой следующие:

- далеко зашедшая стадия ПОУГ;
- закрытоугольная, узкоугольная (смешанная) глаукома;
- уровень ВГД более 30 мм рт. ст. по Маклакову;
- заболевания роговицы, снижающие визуализацию структур переднего отрезка глаза;
- дистрофические заболевания роговицы;
- воспалительные заболевания глазной поверхности;
- тяжелое соматическое состояние пациента.

Таким образом, как показали результаты проведенного исследования, YAG-ЛАТ с последующей факоэмульсификацией – эффективный, безопасный

метод комбинированного лечения ПОУГ и осложненной катаракты. В сравнении с проведением только факэмульсификации, эффективность комбинированного лечения более выраженная.

Стабилизация зрительных функций, периферического поля зрения, а также показателей состояния зрительного нерва у большинства пациентов основной группы подтверждает отсутствие прогрессирования глаукоматозного процесса после комбинированного лазерно-хирургического лечения.

Как показали результаты исследования, при проведении YAG-ЛАТ с ФЭ интраоперационных осложнений отмечено не было ни в одном случае, в первые сутки в небольшом проценте случаев (8,3%) отмечен умеренный реактивный подъем ВГД, который был устранен назначением дополнительной гипотензивной терапии с последующим снижением ее интенсивности.

Минимальный риск осложнений подтверждает безопасность проведения комбинированного лечения (YAG-ЛАТ с ФЭ) у пациентов с начальными стадиями ПОУГ и осложненной катаракты с умеренно повышенным уровнем ВГД на фоне или без гипотензивных препаратов, а также с нормальным уровнем ВГД на фоне комбинированной гипотензивной терапии.

Разработанная технология комбинированного лазерно-хирургического лечения (YAG-ЛАТ с ФЭ) наиболее эффективна при лечении начальных стадий ПОУГ (I-II) независимо от степени пигментации структур УПК.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Распространенность сочетания глаукомы с катарактой, по данным эпидемиологических исследований, варьирует от 17,0 до 38,6% [12].

В настоящее время известно 3 основных подхода к проблеме хирургического лечения больных с сочетанием катаракты и первичной глаукомы: (1) экстракция катаракты с имплантацией ИОЛ; (2) комбинированное одномоментное вмешательство с имплантацией ИОЛ; (3) двухэтапное лечение [12].

У пациентов с первичной открытоугольной глаукомой и осложненной катарактой после проведения факэмульсификации с имплантацией ИОЛ добиться достижения целевого уровня ВГД не всегда представляется возможным. При субкомпенсированном ВГД на ранних стадиях глаукомы предпочтение, как правило, отдается комбинированным методам лечения, в лечении далеко зашедшей стадии глаукомы целесообразно первым этапом провести антиглаукомное хирургическое вмешательство, а затем вторым этапом – факэмульсификацию.

В научной литературе данные о гипотензивном эффекте факэмульсификации при ПОУГ разноречивы, и, согласно результатам некоторых исследований, нет статистически достоверных различий между предоперационным уровнем ВГД и в отдаленном периоде наблюдения после факэмульсификации [78].

Для достижения более выраженного гипотензивного эффекта у пациентов с субкомпенсированным уровнем ВГД при начальных стадиях ПОУГ и осложненной катарактой достаточно широко используются одномоментные комбинированные вмешательства. Они позволяют получить высокие зрительные функции и стойкую нормализацию ВГД в отдаленном послеоперационном периоде, а также обеспечивают снижение риска осложнений, ускорение процессов заживления и сокращение сроков реабилитации пациентов.

В последние годы широкое распространение получили микроинвазивные способы комбинированного лечения, когда в качестве антиглаукомного компонента используют MIGS-технологии (minimally invasive glaucoma surgery), либо выполняют лазерные вмешательства [2, 41, 43, 89]. В научной литературе также описаны различные методики воздействия на трабекулярную сеть на этапах комбинированного лечения, например ферментативный трабекулоклининг ab interno, вакуумная трабекулопластика ab interno; представлены технологии, направленные на обеспечение оттока ВГЖ в супрахориоидальное пространство, такие как циклодиализ ab interno и имплантация в супрахориоидальное пространство шунтирующих устройств [22, 30, 48, 92, 95, 144, 148, 152, 163, 164, 169].

Таким образом, разработка методов комбинированного лечения, обладающих высокой клинической эффективностью, безопасных и имеющих патогенетическую направленность, является актуальным направлением.

В последние годы достаточно широкое применение в клинической практике получили современные малоинвазивные технологии лазерного лечения ПОУГ, способствующие улучшению оттока ВГЖ путем активации трабекулярной сети. Это связано с тем, что современные лазерные операции достаточно эффективны, безопасны, оказывают минимальное повреждающее действие на трабекулярную сеть, отличаются относительной технической простотой выполнения с минимальным риском послеоперационных осложнений. Нам представилось целесообразным разработать и изучить эффективность комбинированного способа лечения ПОУГ и осложненной катаракты, где лазерное вмешательство выступает в качестве антиглаукомного компонента и предшествует хирургическому этапу – ФЭ с имплантацией ИОЛ.

Технология YAG-лазерной активации трабекулы, разработанная в МНТК «Микрохирургия глаза» им. С.Н. Федорова», является методом с доказанной эффективностью в лечении начальных стадий ПОУГ независимо от степени пигментации структур УПК [45]. Воздействие на зону трабекулы

осуществляется в проекции шлеммова канала Nd-YAG-лазерным излучением с длиной волны 1064 нм, мощностью 0,9-1,5 мДж, диаметром пятна 10-15 мкм, экспозицией 3 нс; импульсы в количестве 40-50 наносятся по всей окружности (Магарамов Д.А., Дога А.В., 2005, патент РФ №2281743) [45].

Цель настоящей работы – разработать технологию комбинированного лечения пациентов с ПОУГ и осложненной катарактой, включающую выполнение YAG-лазерной активации трабекулы с последующей факоэмульсификацией катаракты и имплантацией ИОЛ.

Для реализации поставленной цели предстояло разработать лазерный и хирургический этапы комбинированной технологии – YAG-лазерной активации трабекулы с последующей факоэмульсификацией, провести сравнительный анализ клинической эффективности YAG-ЛАТ с ФЭ и факоэмульсификации, изучить характер и частоту интра- и послеоперационных осложнений после комбинированного лечения и факоэмульсификации; исследовать состояние эндотелиальных клеток роговицы после комбинированного лечения, а также оценить результаты, полученные в результате лазерной фотометрии на различных этапах комбинированного лечения, а также определить место YAG-ЛАТ с ФЭ в алгоритме лечения пациентов с ПОУГ в сочетании с осложненной катарактой.

В клиническое исследование вошли 70 пациентов (70 глаз) с первичной открытоугольной глаукомой и осложненной катарактой. Среди пациентов было 42 женщины (60%) и 28 мужчин (40%), возраст пациентов от 53-х до 85 лет; средний возраст составил $68,8 \pm 8,2$ лет. Начальная стадия глаукомы была диагностирована на 55-ти глазах (78,6%), развитая - на 15-ти глазах (21,4%).

Пациенты были разделены на две группы: в основную группу включены 36 пациентов (36 глаз), которым проводилось комбинированное лечение - YAG-лазерная активация трабекулы и ФЭ; в контрольную группу вошли 34 пациента (34 глаза), которым выполнялась только факоэмульсификация.

Срок наблюдения – до 2-х лет после проведенного лечения.

Всем пациентам были выполнены следующие методы исследования: визометрия, автокераторефрактометрия, ультразвуковая и оптическая биометрия, кинетическая и компьютерная периметрия, биомикроскопия, тонометрия, тонография, непрямая офтальмоскопия, гониоскопия, конфокальная лазерная сканирующая офтальмоскопия (HRT), конфокальная микроскопия. Пациентам основной группы (10 глаз) проводилась лазерная фотометрия (тиндалеметрия) на разных этапах комбинированного лечения.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью программ IBM SPSS Statistics 23 и Excel (Microsoft).

На этапах комбинированного лечения 10-м пациентам основной группы (10 глаз) проводилась лазерная фотометрия (тиндалеметрия): непосредственно перед лечением, сразу после первого этапа - YAG-лазерной активации трабекулы, и сразу после второго этапа комбинированного лечения – ФЭ с имплантацией ИОЛ.

Как известно, в настоящее время лазерная фотометрия, или тиндалеметрия, является единственным объективным количественным методом определения количества белка и клеток во влаге передней камеры [6, 110, 134, 191].

Лазерная фотометрия часто применяется для оценки активности и степени выраженности воспалительной реакции глаза в раннем послеоперационном периоде при различных офтальмологических манипуляциях. В зарубежной практике лазерная фотометрия также проводится для диагностики воспалительных заболеваний и для динамического наблюдения за пациентами с передними увеитами [196].

Согласно полученным данным, после YAG-лазерной активации трабекулы среднее значение опалесценции увеличилось практически в 3 раза в сравнении с исходным значением ($p < 0,0001$). После второго этапа лечения – факоэмульсификации, напротив, наблюдалось снижение среднего значения опалесценции практически до исходного значения ($p < 0,001$). Это можно объяснить тем, что во время проведения факоэмульсификации происходит

удаление из влаги передней камеры глаза взвеси, образовавшейся в ходе YAG-ЛАТ. Полученные результаты подтверждают патогенетическую направленность разработанной технологии комбинированного лечения.

У пациентов обеих групп при проведении комбинированного лечения (YAG-ЛАТ с ФЭ) и факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ интраоперационных осложнений отмечено не было.

Исходный средний уровень ВГД по Маклакову у пациентов основной группы составлял $24,1 \pm 2,52$ мм рт.ст., у пациентов контрольной группы - $23,0 \pm 2,41$ мм рт.ст.; статистически достоверных различий между показателями в группах не было выявлено ($p=0,096$). Среднее количество используемых гипотензивных препаратов до лечения в основной группе составило $1,53 \pm 0,65$, в контрольной – $1,44 \pm 0,50$.

В первые сутки после лечения у пациентов основной группы (YAG-ЛАТ с ФЭ) реактивный подъем ВГД был отмечен на 3-х глазах из 36 (8,3%), в контрольной (ФЭ) – на 11-ти глазах из 34 (32,4%). У 4-х пациентов контрольной группы (в 11,8% случаев) было отмечено повышение уровня ВГД более 30 мм рт.ст. по Маклакову. Нормализация офтальмотонуса была достигнута ко 2-3-му дню после операции усилением гипотензивной терапии с последующим снижением ее интенсивности.

По данным Кочетковой Ю.А. и соавт. (2014) реактивный подъем ВГД на 6-7 мм рт.ст. в 1-е сутки после YAG-ЛАТ наблюдался в 8% (4 глаза из 50) и в 9,6% случаев (5 глаз из 52) при слабой (0-1 ст.) и выраженной (2-3 ст.) степени пигментации структур дренажной зоны соответственно [23].

Согласно результатам исследований Shoji T., Tanito M. и соавт. (2007), Samuelson T. и соавт. (2011), Chen P. и соавт. (2015), в раннем послеоперационном периоде после ФЭ у пациентов с ПОУГ в 3-27% случаев отмечается подъем ВГД [80, 175, 182]. По данным Majstruk L. и соавт. (2019) у пациентов с катарактой и ПОУГ примерно у 13% пациентов на 1-й день и у 4% на 7-й день после факоэмульсификации отмечалось повышение ВГД > 30 мм рт.ст. [141].

У большинства пациентов основной (в 91,7%) и контрольной (в 88,2%) групп на 1-3 сутки после оперативного лечения не было отмечено признаков экссудативно-воспалительной реакции.

В раннем послеоперационном периоде всем пациентам назначали стандартную противовоспалительную терапию: инстилляцию антибактериальных препаратов в течение 14 дней, нестероидных противовоспалительных средств в течение 4-х недель, инстилляцию препаратов кортикостероидов – по убывающей схеме в течение 3-х недель.

Воспалительная реакция 1-й степени, согласно классификации Федорова С.Н. и Егоровой Э.В. (1992), в виде легкого отека стромы роговицы в области основного разреза или единичных нежных складок десцеметовой мембраны была отмечена в 8,3% случаев (3 глаза из 36) в основной группе, и в 11,8% случаев (4 глаза из 34) – в контрольной. 2-я степень воспалительной реакции глаза в виде диффузного отека эпителия роговицы, складок десцеметовой оболочки и точечной взвеси во влаге передней камеры была отмечена в основной и контрольной группе в 2,7% (1 глаз из 36) и 2,9% (1 глаз из 34) соответственно. Экссудативно-воспалительная реакция 3-й или 4-й степени ни в одной из клинических групп выявлена не была.

Малая инвазивность YAG-ЛАТ, обусловленная высокой точностью и направленностью воздействия с минимальными энергетическими параметрами лазерного излучения (малый диаметр пятна и ультракороткая экспозиция) – обеспечивает наименьший риск интра- и послеоперационных осложнений при комбинированном лечении.

Необходимо отметить, что в исследованиях, проведенных Румянцевым А.Д., Слонимским А.Ю. и соавт. (2011), по изучению эффективности наиболее близкого по механизму действия комбинированного способа лечения - гидродинамической активации оттока внутриглазной жидкости (ГАО) с последующей факоэмульсификацией катаракты – был отмечен выход крови из венозного синуса в переднюю камеру после вскрытия передней камеры глаза на этапах факоэмульсификации в 16,3% случаев [43]. Напомним, что

гидродинамическая активация оттока проводится на Nd:YAG-лазерной отечественной установке «Оптимум» со следующими параметрами: длина волны 1064 нм, энергия 0,8-5,0 мДж, длительность импульса около 30 нс, диаметр пятна 10-30 мкм, количество аппликатов 40-80 на протяжении 3600 по окружности трабекулы [43]. При использовании разработанной нами технологии подобных осложнений не наблюдалось ни в одном случае.

К концу 1-й недели после лечения у пациентов основной группы (YAG-ЛАТ с ФЭ) средний уровень ВГД по Маклакову был равен $19,31 \pm 1,92$ мм рт.ст. – произошло достоверное снижение по сравнению с дооперационными значениями в среднем на $4,81 \pm 2,3$ мм рт.ст. (на 19,5 % от исходного уровня ВГД) ($p < 0,0001$). В контрольной группе (ФЭК+ИОЛ) уровень ВГД по Маклакову в среднем был равен $19,68 \pm 2,23$ мм рт.ст. – также произошло снижение уровня ВГД (по Маклакову) в среднем на $3,35 \pm 1,4$ мм рт.ст. (на 14,4% от исходного) ($p < 0,0001$). После комбинированного лечения степень снижения ВГД (по Маклакову) была достоверно выше ($p = 0,007$).

Через 1 месяц после лечения средний уровень ВГД по Маклакову у пациентов основной группы составил $18,31 \pm 1,45$ мм рт.ст., что на 23,5% ниже исходного уровня ВГД (в среднем снижение на $5,8 \pm 2,4$ мм рт.ст.). Среди пациентов контрольной группы средний уровень ВГД по Маклакову был равен $19,53 \pm 1,67$ мм рт.ст., т.е. так же отмечено снижение в сравнении с исходным значением – в среднем на 14,8% (на $3,5 \pm 1,6$ мм рт.ст.). Степень снижения ВГД (по Маклакову) в основной группе пациентов была достоверно выше в сравнении с контрольной группой ($p = 0,003$).

К 6 месяцам наблюдения уровень ВГД по Маклакову в основной группе пациентов в среднем снизился на $5,94 \pm 2,45$ мм рт.ст. (25,7% от исходного уровня), в контрольной – на $2,12 \pm 2,0$ мм рт.ст. (8,7% от исходного уровня) и составил $18,17 \pm 1,44$ мм рт.ст. и $20,91 \pm 1,76$ мм рт.ст. соответственно.

Через 6 месяцев после проведенного лечения коэффициент легкости оттока (С) в основной группе в среднем был равен $0,24 \pm 0,05$ ммз/мин/мм рт.ст.

(в 2,5 раза превышал исходное значение), в контрольной – $0,12 \pm 0,02$ ммз/мин/мм рт.ст. (увеличился незначительно).

В 5,9% (2 глаза из 34) случаев в контрольной группе в связи с повышением ВГД через 5-6 месяцев была проведена YAG-ЛАТ.

К 6 месяцам наблюдения среднее количество гипотензивных средств, используемых пациентами основной группы, составило $0,72 \pm 0,62$; в 36,1% случаев нормализация ВГД достигнута без применения гипотензивных препаратов. В контрольной группе пациентов среднее количество гипотензивных средств составило $1,79 \pm 0,59$.

Различия в показателях гидродинамики глаза (уровень ВГД по Маклакову, истинного ВГД, коэффициент легкости оттока внутриглазной жидкости), по степени снижения ВГД к 6-ти месяцам наблюдения между группами были статистически достоверны ($p < 0,0001$), что подтверждает более высокую эффективность комбинированного лечения (YAG-ЛАТ с ФЭ) в нормализации гидродинамики глаза.

В отдаленные сроки наблюдения (12-24 месяцев) уровень ВГД по Маклакову и показатели гидродинамики оставались в пределах нормы в 96,4% случаев после YAG-ЛАТ с ФЭ, и в 82,4% после факоэмульсификации.

После комбинированного лечения (YAG-ЛАТ с ФЭ) в связи с подъемом ВГД до 28 мм рт.ст. по Маклакову 1-му пациенту (1 глаз – 3,6 %) через 20 месяцев была проведена повторная YAG-лазерная активация трабекулы, уровень офтальмотонуса снизился и оставался в пределах нормы в последующие сроки наблюдения. По данным исследования Кочетковой Ю.А. и соавт. (2014) в отдаленном периоде наблюдения (до 3-х лет) после YAG-ЛАТ у больных ПОУГ с умеренно повышенным уровнем ВГД в 14-29% случаев потребовалось проведение повторной лазерной операции с целью нормализации офтальмотонуса [23].

В 14,7% случаев (5 глаз из 34) в контрольной группе (после ФЭ) была проведена YAG-лазерная активация трабекулы в связи с повышением уровня

ВГД по Маклакову, на 3-х глазах из 34 (8,8%) лазерное лечение проведено через 9 месяцев, и на 2-х глазах из 34 (5,9%) – через 12 месяцев.

Через 18 месяцев после ФЭ в 8,8% случаев (3 глаза из 34) в связи с повышением уровня ВГД на фоне комбинированной гипотензивной терапии была выполнена микроинвазивная непроникающая глубокая склерэктомия, эти пациенты из последующего наблюдения были исключены.

К концу периода наблюдения (24 месяца) в основной группе пациентов уровень ВГД по Маклакову снизился в среднем на $5,21 \pm 2,44$ мм рт.ст. (21,1%) по сравнению с исходным значением и был равен $18,64 \pm 1,31$ мм рт.ст. В контрольной группе пациентов к 24 месяцам наблюдения уровень ВГД (по Маклакову) в среднем был равен $21,36 \pm 1,91$ мм рт.ст. и достоверно не отличался от исходного уровня.

В отдаленные сроки наблюдения (12-24 месяцев) показатели гидродинамики глаза у пациентов после комбинированного лечения достоверно отличались ($p < 0,05$) от показателей пациентов контрольной группы, что подтвердило более выраженную клиническую эффективность комбинированного вмешательства по сравнению с проведением только фактоэмульсификации.

Снижение ВГД после комбинированного лечения происходило на фоне увеличения коэффициента легкости оттока ВГЖ на всех сроках наблюдения, что подтвердило патогенетическую направленность данного вмешательства.

Важно отметить, что в основной группе пациентов к 24 месяцам после лечения нормализация офтальмотонуса достигнута при снижении количества применяемых гипотензивных препаратов с $1,53 \pm 0,65$ до $0,64 \pm 0,56$ ($p < 0,0001$); а в контрольной группе, напротив, – к концу периода наблюдения количество гипотензивных средств, необходимых для нормализации офтальмотонуса, достоверно увеличилось с $1,44 \pm 0,50$ до $1,92 \pm 0,28$ ($p = 0,001$).

После комбинированного лечения в отдаленные сроки наблюдения пациенты в 57,1% случаев находились на монотерапии, в 39,3% случаев нормализация ВГД была достигнута без применения гипотензивных средств.

В контрольной группе в подавляющем большинстве случаев (92%) пациенты находились на комбинированной гипотензивной терапии.

Эти результаты подтверждают, что комбинированное лечение (YAG-ЛАТ с ФЭ) обладает высокой гипотензивной эффективностью.

Согласно данным исследования Румянцева А.Д. и соавт. (2011) к 24-м месяцам наблюдения уровень ВГД по Маклакову в основной (ГАО с ФЭ) и контрольной группах (ФЭ) снизился в среднем на 15,8% и 15,5% соответственно. В группе гидродинамической активации оттока с ФЭ число пациентов, не использующих гипотензивные препараты, к концу периода наблюдения увеличилось до 29,2% [43]. В сравнении с этим, по данным настоящего исследования, предложенная технология комбинированного лечения – YAG-лазерная активация трабекулы с ФЭ – обеспечивает достижение более выраженного гипотензивного эффекта.

В течение всего периода наблюдения у пациентов основной и контрольной групп после проведенного лечения отмечено достоверное повышение остроты зрения в сравнении с дооперационными значениями.

Границы периферического поля зрения в отдаленном периоде (24 месяца) оставались стабильными в 96,4% случаев (27 глаз из 28) у пациентов основной группы, в 92% случаев (23 глаза из 25) у пациентов контрольной группы. В отдаленные сроки наблюдения (18-24 месяца) сужение границ поля зрения на 5 градусов отмечено у 1-го пациента основной и у 2-х пациентов контрольной группы с развитой стадией глаукомы (2 глаза из 25 – 8,0%), но при этом не выявлено прогрессирование глаукомного процесса с переходом в последующую стадию.

По данным компьютерной периметрии в отдаленные сроки наблюдения (24 месяца) отрицательная динамика была отмечена у 2-х пациентов основной группы (2 глаза из 28 – 7,1%) и у 3-х пациентов контрольной группы (3 глаза из 25 – 12,0%).

При анализе показателей HRT в отдаленные сроки наблюдения (24 месяцев) отрицательная динамика (уменьшение объема и площади НРП,

увеличение отношения диаметра экскавации к диаметру ДЗН, уменьшение средней толщины СНВ) у пациентов основной группы была отмечена в 3,6% случаев (1 глаз из 28), у пациентов контрольной группы после ФЭ – в 12,0 % случаев (3 глаза из 25). Эти данные подтверждают большую эффективность YAG-ЛАТ с ФЭ в достижении стабилизации глаукомного процесса у пациентов с начальными стадиями ПОУГ и осложненной катарактой.

В научной литературе имеются данные о возможном неблагоприятном влиянии лазерного излучения на эндотелиальные клетки роговицы, поэтому данный аспект необходимо изучать при использовании лазерных технологий в лечении пациентов с первичной открытоугольной глаукомой [28, 156, 58, 157, 137].

С целью изучения безопасности разработанной технологии комбинированного лечения (YAG-ЛАТ с ФЭ) оценивали динамику плотности эндотелиальных клеток роговицы в послеоперационном периоде.

Известно, что после проведения факоэмульсификации катаракты с имплантацией заднекамерной ИОЛ у пациентов без патологии эндотелия роговицы исходно, потеря эндотелиальных клеток после операции в среднем варьирует от 7,5 до 10,8% [115, 155]. По данным Walkov T. процент потери клеток через 12 месяцев после операции в среднем составляет 8,5% [198]. Согласно данным ряда исследователей, у пациентов с глаукомой и осложненной катарактой потеря эндотелиальных клеток через 3 месяца после ФЭ в среднем составляет $10\% \pm 14\%$ ($P < 0,001$), к 24 месяцам наблюдения – $9\% \pm 13\%$ ($P < 0,001$) [119], через 5 лет после лечения в среднем составляет 10,1% [135].

Согласно полученным результатам, в обеих группах не было выявлено статистически значимых различий по показателю снижения количества эндотелиальных клеток роговицы в различные сроки после оперативного вмешательства. Через 1 месяц после комбинированного лечения процент потери эндотелиальных клеток в среднем составил 12,6%, к 12 месяцам – 9,8% и к 24 месяцам – 8,7%. Представленные данные сопоставимы с данными

зарубежных научных исследований при выполнении ФЭ у пациентов с глаукомой [119].

Таким образом, на основании проведенного исследования можно сделать вывод, что комбинированный способ, включающий последовательное выполнение YAG-лазерной активации трабекулы и факоемульсификация катаракты с имплантацией ИОЛ может рассматриваться как эффективный метод лечения начальных стадий ПОУГ в сочетании с осложненной катарактой. В сравнении с гипотензивным эффектом после факоемульсификацией катаракты с имплантацией ИОЛ, после YAG-лазерной активации трабекулы и после гидродинамической активации трабекулы с ФЭ предложенный способ комбинированного лечения (YAG-ЛАТ с ФЭ) обладает более выраженным и стабильным гипотензивным эффектом.

Минимальный процент осложнений в послеоперационном периоде после комбинированного лечения свидетельствует о безопасности и малой травматичности предложенного вмешательства.

Полученные результаты исследования позволили рекомендовать YAG-ЛАТ с ФЭ для широкого применения в клинической практике при лечении пациентов с начальной, развитой стадиями ПОУГ в сочетании с осложненной катарактой при умеренно повышенном уровне ВГД на фоне или без гипотензивных препаратов, а также при нормальном уровне ВГД на фоне гипотензивной терапии.

ВЫВОДЫ

1. Разработанная технология комбинированного лечения пациентов с начальной и развитой стадиями ПОУГ и осложненной катарактой позволяет достигнуть нормализации ВГД после YAG-лазерной активации трабекулы с факоэмульсификацией катаракты за счет усиления оттока камерной влаги по данным тонографии и имеет патогенетическую направленность, подтвержденную результатами лазерной фотометрии.

2. YAG-лазерная активация трабекулы с факоэмульсификацией безопасна, имеет минимальный риск осложнений: в первые сутки реактивный подъем ВГД после комбинированного лечения был отмечен в 8,3% случаев, после факоэмульсификации – в 32,4% случаев; процент потери эндотелиальных клеток после комбинированного лечения и после факоэмульсификации сопоставим.

3. YAG-лазерная активация трабекулы с факоэмульсификацией позволяет достигнуть нормализации ВГД в 96,4% случаев (в 39,3% без применения гипотензивных средств) в отдаленном послеоперационном периоде и приводит к снижению уровня ВГД на 21,1% от исходного, а проведение только факоэмульсификации катаракты позволяет добиться нормализации ВГД на фоне значительного увеличения количества гипотензивных препаратов.

4. Разработанная технология YAG-лазерной активации трабекулы с факоэмульсификацией позволяет достигнуть повышения остроты зрения, стабильных зрительных функций у пациентов с начальной и развитой стадиями ПОУГ и осложненной катарактой, а также эффективна для стабилизации глаукомного процесса: к концу срока наблюдения после комбинированного лечения морфометрические параметры ДЗН оставались стабильными в 96,4% случаев по сравнению с проведением только факоэмульсификации – в 88,0% случаев.

5. Разработанные показания к проведению комбинированного лечения – YAG-лазерной активации трабекулы с факоэмульсификацией катаракты – позволяют рекомендовать данную технологию при начальной и развитой стадиях ПОУГ и осложненной катаракте при умеренно повышенном уровне ВГД на фоне или без гипотензивных средств, а также при нормальном уровне офтальмотонуса на комбинированной гипотензивной терапии.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

На основании полученных результатов исследования рекомендовано проведение комбинированного лечения ПОУГ и осложненной катаракты, заключающегося в сочетании YAG-лазерной активации трабекулы с факоемульсификацией катаракты и имплантацией ИОЛ, у пациентов с начальной, развитой стадиями ПОУГ и осложненной катарактой III-IV степени плотности по классификации Buratto L. при умеренно повышенном уровне ВГД на фоне или без гипотензивных средств, а также при нормальном уровне офтальмотонуса на гипотензивной терапии с целью нормализации офтальмотонуса, достижения высоких зрительных функций и стабилизации глаукомного процесса в отдаленном послеоперационном периоде.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ВГД – внутриглазное давление
- ВГЖ – внутриглазная жидкость
- ГАО – гидродинамическая активация оттока
- ДЗН – диск зрительного нерва
- ИОЛ – интраокулярная линза
- КП – компьютерная периметрия
- МКОЗ – максимальная корригированная острота зрения
- МНГСЭ – микроинвазивная непроникающая глубокая склерэктомия
- НКОЗ – некорригированная острота зрения
- НРП – нейроретинальный поясок
- ПОУГ – первичная открытоугольная глаукома
- ПЗУГ – первичная закрытоугольная глаукома
- ПЭК – плотность эндотелиальных клеток роговицы
- СЛТ – селективная лазерная трабекулопластика
- СНВ – слой нервных волокон
- УПК – угол передней камеры
- ФЭ – факоэмульсификация с имплантацией ИОЛ
- ЭК – эндотелиальные клетки роговицы
- С – коэффициент легкости оттока
- F – минутный объем камерной влаги
- HRT – гейдельбергская ретинотомография
- MD (mean deviation) – периметрический индекс, характеризующий среднее отклонение светочувствительности сетчатки
- MIGS (minimally invasive glaucoma surgery) – минимально инвазивная хирургия глаукомы
- P_0 – истинное внутриглазное давление
- P_0/C – коэффициент Беккера

PSD (pattern standard deviation) – стандартное отклонение
светочувствительности сетчатки

YAG-ЛАТ – YAG-лазерная активация трабекулы

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов, В.Г. Исходы экстракции катаракты у лиц с хирургически нормализованным офтальмотонусом при открытоугольной глаукоме / В.Г. Абрамов, А.Е. Вакурин, А.С. Жердецкий // Офтальмологический журнал. – 1993. – №2. – С.83-86.
2. Абросимова, Е.В. Применение селективной лазерной трабекулопластики и факоемульсификации катаракты в лечении первичной открытоугольной глаукомы на фоне псевдоэксфолиативного синдрома / Е.В. Абросимова, В.П. Аксенов, С.В. Балалин и др. // Новости глаукомы. – 2016. – №1. – С. 59.
3. Агафонова, В.В. Роль псевдоэксфолиативного синдрома как триггера развития открытоугольной глаукомы у пациентов старшей возрастной группы в регионе Москвы - Московской области / В.В. Агафонова, М.З. Франковска-Герлак, Т.В. Соколовская и др. // Практическая медицина. – 2012. – Т.1, №4. – С. 247-25.
4. Агафонова, В.В. Влияние факоемульсификации катаракты на уровень внутриглазного давления в раннем послеоперационном периоде у пациентов с начальной стадией открытоугольной глаукомы / В.В. Агафонова, М.З. Франковска-Герлак, В.С. Чубарь, П.Е. Брижак // Практическая медицина. – 2013. – Т.1, №3. – С. 23-27.
5. Анисимова, С.Ю. Комбинированная непроникающая глубокая склерэктомия и факоемульсификация с фемтосопровождением у больных с катарактой и глаукомой / С.Ю. Анисимова, С.И. Анисимов, И.В. Новак и др. // Глаукома. – 2014. – Т.13, №3. – С.63-68.
6. Астахов, Ю.С. Значение лазерной фотометрии в клинической практике / Ю.С. Астахов, Т.И. Кузнецова // Офтальмологические ведомости. – 2016. – Т.9, №2. – С. 36-44.
7. Ван Бойнинген Е. Атлас гониобиомикроскопии. — М.: Медицина, 1965. – С. 170.

8. Васильева, А.Е. Орбитальный и краниальный венозный кровоток при первичной открытоугольной глаукоме / А.Е. Васильева, Е.Э. Луцевич, Н.В. Макашова // Глаукома. – 2013. – Т.12, №3. – С.65-70.
9. Водовозов, А.М. Комбинированная операция криоэкстракции катаракты с антиглаукоматозной гониотрепанацией / А.М. Водовозов, В.М. Давиденко, С.Д. Пономаренко // Эффективные методы диагностики и лечения катаракты и вопросы ее патогенеза. – Одесса. – 1987. – С.106.
10. Глаукома. Национальное руководство // под ред. Е.А. Егорова. – М.: ГЭОТАР-Медиа. –2013. – 824 с.
11. Добромислов, А.Н. Экстракция катаракты при первичной глаукоме / А.Н. Добромислов, Н.Д. Квасова, М.М. Правосудова // Офтальмологический журнал. – 1987. – №1. – С. 42-45.
12. Егоров Е.А., Ботабекова Т.К., Веселовская З.Ф., Еричев В.П., Куроедов А.В. Межнациональное руководство по глаукоме. Клиника глаукомы. – М.: 2016. – С. 150-161.
13. Еричев, В.П. Особенности системной гемодинамики у больных первичной открытоугольной глаукомой, компенсированным внутриглазным давлением и нестабилизированным течением / В.П. Еричев, И.В. Козлова, А.С. Макарова, Цзинь Дань // Глаукома. – 2013. – № 3-1. – С. 22-25.
14. Ерошевская Е.Б. Интраокулярная коррекция афакии у больных первичной открытоугольной глаукомой: автореф. дис. ... докт. мед. наук / Е.Б. Ерошевская. – Самара, 1997.
15. Иванов, Д.И. Сравнительный анализ результатов трабекулотомии ab interno и микроинвазивной непроникающей глубокой склерэктомии в комбинированной хирургии катаракты и глаукомы / Д.И. Иванов, М.Е. Никулин // Национальный журнал глаукома. – 2016. – №1. – С. 52-60.
16. Иванов, Д.И. Трабекулотомия ab interno как гипотензивный компонент в комбинированной хирургии катаракты и глаукомы / Д.И. Иванов, М.Е. Никулин // Глаукома. – 2011. – №3. – С. 34-39.

17. Иванов Д.И., Никулин М.Е., Струков В.В. Способ одномоментного хирургического лечения катаракты и глаукомы путем трабекулотомии *ab interno* и инструмент для ее выполнения // Патент РФ №2389456. – 2010.
18. Иомдина, Е.Н. Микроэлементный дисбаланс в патогенезе первичной открытоугольной глаукомы / Е.Н. Иомдина, О.А. Киселева, Л.Л. Арутюнян, М.В. Арефьева // Российский Офтальмологический журнал. – 2012. – №1. – С.104-108.
19. Калижникова, Е.А. Активация увеосклерального оттока при факоэмульсификации катаракты у пациентов с первичной глаукомой / Е.А. Калижникова, О.И. Лебедев, Г.М. Козаченко и др. // Новости глаукомы. – 2016. – Т.37, №1. – С.104.
20. Кашинцева, Л.Т. Состояние хрусталика после антиглаукоматозных операций при открытоугольной глаукоме по данным отдаленных наблюдений / Л.Т. Кашинцева, В.Д. Телющенко // Офтальмологический журнал. – 1993. – №2. – С.65-70.
21. Ковеленова, И.В. Анализ влияния различных факторов на уровень снижения внутриглазного давления после факоэмульсификации катаракты у больных открытоугольной глаукомой / И.В. Ковеленова // Вестник ОГУ. – 2010. – № 12. – С. 101-103.
22. Кочергин, С.А. Роль одномоментной факоэмульсификации с циклодиализом "*ab interno*" в лечении больных с катарактой и первичной открытоугольной глаукомой / С.А. Кочергин, И.Б. Алексеев, Л.В. Яшина, Дайбан Тауфик // РМЖ. Клиническая офтальмология. – 2008. – №3. – С. 104-107.
23. Кочеткова Ю.А. YAG-лазерная активация трабекулы в лечении больных первичной открытоугольной глаукомой: Автореф. дис. канд. мед. наук. М., 2014. – С. 21.
24. Краснов М.М. Микрохирургия глауком. М.; Медицина, 1980. – 248 с.

25. Кумар, В. Результаты одномоментной и разделенной хирургии катаракты и глаукомы / В. Кумар, Н.В. Душин, Е.А. Усольцева и др. // Глаукома. – 2008. – №3. – С.33-38.
26. Курышева Н.И. Глаукомная оптическая нейропатия. – М.: МЕДпресс-информ, 2006. – 136 с.
27. Курышева Н.И. Псевдоэксфолиативный синдром и псевдоэксфолиативная глаукома, учебно-методическое пособие. – Москва, 2008. – С. 5.
28. Курышева, Н.И. Состояние эндотелия роговицы после селективной лазерной трабекулопластики / Н.И. Курышева, П.К. Рыжков, Е.В. Топольник, С.Г. Капкова // Глаукома. – 2012. – С.38-43.
29. Курышева, Н.И. Селективная лазерная трабекулопластика в лечении псевдоэксфолиативной глаукомы / Н.И. Курышева, О.И. Южакова, В.Н. Трубилин, С.Г. Капкова // Глаукома. – 2006. – № 1. – С.20-24.
30. Лапочкин, А.В. Новый способ хирургического лечения первичной глаукомы на глазах с катарактой – ферментативный трабекулоклининг. Техника операции / А.В. Лапочкин, В.В. Нероев, В.И. Лапочкин // Катарактальная и рефракционная хирургия. – 2012. – №4. – С. 23-25.
31. Малов, И.В. Влияние факоемульсификации катаракты на гидродинамику глаза у больных первичной открытоугольной глаукомой / И.В. Малов, И.Г. Бондарева // В сб. матер. IV Евро-Азиатской КНФ. по офтальмологии. Екатеринбург, 2006. – С. 61-62.
32. Малюгин Б.Э. Медико-технологическая система хирургической реабилитации пациентов с катарактой на основе ультразвуковой факоемульсификации с имплантацией интраокулярной линзы: Автореф. дис. д-ра мед. наук. М., 2002. – С. 298.
33. Малюгин, Б.Э. Влияние факоемульсификации катаракты на уровень внутриглазного давления у пациентов с псевдоэксфолиативным синдромом / Б.Э. Малюгин, В.В. Агафонова, М.З. Франковска-Герлак и

- др. // Сибирский научный медицинский журнал. – 2015. – Т. 35, №1. – С. 48-54.
34. Малюгин, Б.Э. Современные аспекты хирургического лечения сочетания глаукомы и катаракты / Б.Э. Малюгин, Г.Т. Джндоян // Глаукома. – Сбор. науч. стат. 2004. – С.373 -377.
 35. Манцева, Я.Ю. Современные возможности хирургического лечения больных с сочетанием открытоугольной глаукомы и катаракты / Я.Ю. Манцева, С.Ю. Астахов // Современные технологии в медицине. – 2014. – Т.6, №1. – С. 47-53.
 36. Махмуд Х.Ю. Современная экстракапсулярная экстракция катаракты с одномоментной антиглаукоматозной операцией // Дис...канд.мед.наук. – М.1987. – С.137.
 37. Нестеров А. П. Глаукома. — М.: МИА, 2008. – С. 360.
 38. Нестеров, А.П. Патогенез и проблемы патогенетического лечения глаукомы / А.П. Нестеров // РМЖ. Клиническая Офтальмология. – 2003. – №2. – С. 47.
 39. Нестеров, А.П. Первичная открытоугольная глаукома: патогенез и принципы лечения / А.П. Нестеров // Клиническая офтальмология. – 2000. – Т.1, № 1.– С. 4-6.
 40. Нестеров, А.П. Эпидемиология псевдоэксфолиативной глаукомы / А.П. Нестеров, Е.С. Тачиева // III Всероссийская школа офтальмолога: сб. науч. тр. – М., 2004. – С. 110-117.
 41. Петров, С.Ю. Современная микроинвазивная хирургия глауком. / С.Ю. Петров, С.В. Вострухин, А.Э. Асламазова, Л.В. Шерстнева // Вестник офтальмологии. – 2016. – №3. – С. 96-102.
 42. Расин, О.Г. Гипотензивный эффект факоэмульсификации катаракты у больных с некомпенсированной первичной открытоугольной глаукомой / О.Г. Расин, А.В. Савченко, О.А. Литвиненко, Е.П. Живоглазова // Таврический медико- биологический вестник. – 2012. – №2. – С. 191-194.

43. Румянцев, А.Д. Активация трабекулярного оттока водянистой влаги с помощью Nd:YAG-лазера у больных первичной открытоугольной глаукомой перед факоэмульсификацией / А.Д. Румянцев, А.Ю. Слонимский, С.А. Цветков, Л.Г. Эстрин // Катарактальная и рефракционная хирургия. – 2011. – Т.11, №1. – С. 36-40.
44. Самойленко, А.И. Новый метод комбинированной операции при катаракте и первичной открытоугольной глаукоме / А.И. Самойленко, И.Б. Алексеев, Ж.С. Бейсекеева // Национальный журнал Глаукома. – 2011. – №2. – С.38-43.
45. Соколовская, Т.В. Лазерная активация трабекулы в лечении больных первичной открытоугольной глаукомой / Т.В. Соколовская, А.В. Дога, Д.А. Магарамов, Ю.А. Кочеткова // Офтальмохирургия. – 2015. – №1. – С. 27-31.
46. Тахчиди, Х.П. Прогнозирование ранних послеоперационных осложнений при одномоментном хирургическом лечении катаракты и открытоугольной глаукомы / Х.П. Тахчиди, Е.Н. Пантелеев, А.Н. Бессарабов // Офтальмохирургия. – 2009. – №2. – С. 36-42.
47. Томилова, Е.В. Отдаленные результаты трабекулотомии ab interno, выполненной одномоментно с факоэмульсификацией катаракты / Е.В. Томилова // Практическая медицина. – 2016. – №6. – С. 186-190.
48. Трубилин, В.Н. Новая комбинированная методика одномоментной факоэмульсификации и вакуумной трабекулопластики ab interno / В.Н. Трубилин, Н.А. Каира // Офтальмология. – 2014. – Т.11, №1. – С. 28-37.
49. Федоров С.Н., Егорова Э.В. Ошибки и осложнения при имплантации искусственного хрусталика. – М.: Медицина. – 1992. – 174-175 с.
50. Федоров, С.Н. Непроницающая глубокая склерэктомия при открытоугольной глаукоме / С.Н. Федоров, В.И. Козлов, Н.Т. Тимошкина и др. // Офтальмохирургия. – 1989. – № 3-4. – С. 52-55.

51. Фламмер, Дж. Современная патогенетическая концепция глаукомной оптической нейропатии / Дж. Фламмер, М. Моцаффари // Глаукома. – 2007. – № 4. – С. 3-15.
52. Франковска-Герлак, М. Одномоментное комбинированное хирургическое лечение катаракты и открытоугольной глаукомы на фоне псевдоэксфолиативного синдрома. Трехлетний опыт наблюдений / М. Франковска-Герлак, В.В. Агафонова, Н.П. Яновская // Новое в офтальмологии. – 2013. – №1. – С. 74.
53. Югай, М.П. Особенности анатомо-топографических и гидродинамических параметров глаза после факоэмульсификации катаракты / М.П. Югай, А.А. Рябцева, У.А. Ширинова // Альманах клинической медицины. – 2015. – №36. – С. 9-12.
54. Aasved, H. Trabeculotomy, trabeculectomy and sinusotomy – some clinical results / H. Aasved // Acta Ophthalmol. – 1973. – №120. – P. 33–38.
55. Ahmed, I.I. Viscocanalostomy vs trabeculectomy / I.I. Ahmed, A.S. Crandall // Ophthalmology. –2002. – №109. – P. 411-412.
56. Ahmed, I.I. A prospective randomized trial comparing Hydrus and iStent micro-invasive glaucoma surgery implants for standalone treatment of open-angle glaucoma: The COMPARE Study / I.I. Ahmed, A. Fea, L. Au et al. // Ophthalmology. –2019. – pii: S0161-6420(18)31710-X.
57. Alcon. CyPass Micro-Stent Instructions for Use, Alcon, Ft. Worth, Texas. – 2016.
58. Atalay, K. Corneal topographic alterations after selective laser trabeculoplasty / K. Atalay, A. Kirgiz, K. Seferoğlu Cabuk et al. // Int Ophthalmol. – 2016. – № 37. – P. 905-910.
59. Avery, N. Repeatability of primary selective laser trabeculoplasty in patients with primary open-angle glaucoma / N. Avery, G.S. Ang, S. Nicholas, A. Wells // Int.Ophthalmol. – 2013. –Vol.33, №5. – P. 501-506.

60. Baerveldt, G. and Chuck, R. "Minimally Invasive Glaucoma Surgical Instrument and Method" US Patent (2005): Available at <https://www.google.com/patents/US6979328>
61. Bas, J.M. Non-penetrating deep sclerectomy preliminary results / J.M. Bas, M.J. Goethals // Bull Soc Belge Ophtalmol. – 1999. – №272. – P. 55-59.
62. Baudouin C. When should glaucoma be surgically treated? / C. Baudouin // J Fr Ophtalmol. – 2001. – Vol.24, №10. – P. 1103-1109.
63. Bellows, A.R. Choroidal detachment. Clinical manifestation, therapy and mechanism of formation / A.R. Bellows, L.T. Chylack, B.T. Hutchinson // Ophthalmology. – 1981. – № 88. – P.1107-1115.
64. Berdahl, J.P. Cataract surgery to lower intraocular pressure / J.P. Berdahl // Middle East Afr J Ophthalmol. – 2009. – №.16. – P.119-122.
65. Bettin, P. Glaucoma: present challenges and future trends / P. Bettin, F. Di Matteo // Ophthalmic Res. – 2013. – Vol.50, №4. – P.197-208.
66. Bhallil, S. Changes in intraocular pressure after clear corneal phacoemulsification in normal patients / S. Bhallil, I.B. Andalloussi, F. Chraibi et al. // Oman J Ophthalmol. – 2009. – Vol. 2, №3. – P. 111-113.
67. Bilgin, G. Combined non-penetrating deep sclerectomy with phacoemulsification versus non-penetrating deep sclerectomy alone / G. Bilgin, A. Karakurt, M.S. Saricaoglu // Semin Ophthalmol. – 2014. – Vol.29, №3. – P.146-50.
68. Bovee, C.E. Evolving surgical interventions in the treatment of glaucoma / C.E. Bovee, L.R. Pasquale // Semin Ophthalmol. – 2017. – №32. – P. 91-95.
69. Braakman, S.T. Colocalization of outflow segmentation and pores along the inner wall of Schlemm's canal / S.T. Braakman, A.T. Read, D.W. Chan et al. // Exp Eye Res. – 2015. – №130. – P. 87-96.
70. Brandao, L.M. Update on Minimally Invasive Glaucoma Surgery (MIGS) and New Implants / L.M. Brandao, M.C. Grieshaber // J Ophthalmol. – 2013. ID. 705915.

71. Brubaker, R.F. Ciliochoroidal detachment / R.F. Brubaker, J.E. Pederson // *Surv Ophthalmol.* – 1983. – №27. – P. 281-289.
72. Buratto L. Cataract Surgery: Переход от экстракапсулярной экстракции катаракты к факоэмульсификации / Пер. с англ. – СПб., 1999. – 474 с.
73. Bussel, I.I. Outcomes of ab interno trabeculectomy with the trabectome by degree of angle opening / I.I. Bussel, K. Kaplowitz, J. S. Schuman et al. // *Br J Ophthalmol.* – 2015. – Vol.99, №7. – P. 914-919.
74. Cagini, C. Canaloplasty: Current Value in the Management of Glaucoma / C. Cagini et al. // *Journal of ophthalmology.* – 2016. – ID.7080475
75. Cairns, J.E. Trabeculectomy. Preliminary report of a new method / J.E. Cairns // *Am J Ophthalmol.* – 1968. – Vol.66, №4. – P. 673-679.
76. Carassa, R.G. Viscocanalostomy (a pilot study) / R.G. Carassa, P. Bettin, M. Fiori, R. Brancato // *Eur J Ophthalmol.* – 1998. – №8. – P. 57-61.
77. Chachia, N. Indications for combined surgery in cataract associated with glaucoma / N. Chachia, K. Romdane, M. Chaabourni et al. // *Ophthalmologie.* – 1988. – Vol.2, №2. – P.81-83.
78. Chang, T.C. Long-term effect of phacoemulsification on intraocular pressure using phakic fellow eye as control / T.C. Chang, D.L. Budenz, A. Liu et al. // *J. Cataract Refract Surg.* – 2012. – Vol. 38, № 5. – P. 866-870.
79. Chaudhary, A. XEN Gel Implant: a new surgical approach in glaucoma. / A. Chaudhary, L. Salinas, J. Guidotti et al. // *Expert Rev Med Devices.* – 2018. – Vol.15, №1. – P. 47-59.
80. Chen, P.P. The effect of phacoemulsification on intraocular pressure in glaucoma patients / P.P. Chen, S.C. Lin, A.K. Junk et al. // *Ophthalmology.* – 2015. – №122. – P.1294-1307.
81. Cheng, J.W. Systematic overview of the efficacy of nonpenetrating glaucoma surgery in the treatment of open angle glaucoma / J.W. Cheng, S.W. Cheng, J.P. Cai et al. // *Med Sci Monit.* – 2011. – №17. – P.155-163.
82. Craven, E.R. Cataract surgery with trabecular micro-bypass stent implantation in patients with mild-to-moderate open-angle glaucoma and cataract: two-year

- follow-up / E.R. Craven, L.J. Katz, J.M. Wells et al. // J Cataract Refract Surg. – 2012. – Vol.38, №8. – P.1339-1345.
83. Dapena, C.L. Glaucoma-filtering surgery with a XEN® collagen-based implant via the ab interno route / C.L. Dapena, R.C. Ros // Revista Española de Glaucoma e Hipertensión Ocular. – 2015. – Vol.5, №3. – P. 350-357.
84. De Gregorio, A. Minimally invasive combined glaucoma and cataract surgery: clinical results of the smallest ab interno gel stent / A. De Gregorio, E. Pedrotti, L. Russo, S. Morselli // Int Ophthalmol. – 2018. – Vol.38, №3. – P. 1129-1134.
85. Demailly, P. Non-penetrating deep sclerectomy combined with a collagen implant in primary open-angle glaucoma. Medium-term retrospective results / P. Demailly, M.N. Jeanteur-Lunel, M. Berkani et al. // J Fr Ophtalmol. – 1996. – Vol.19, №11. – P. 659-66.
86. Dooley, I. Changes in intraocular pressure and anterior segment morphometry after uneventful phacoemulsification cataract surgery / I. Dooley, S. Charalampidou, A. Malik et al. // Eye (Lond). – 2010. – Vol. 24, №4. – P. 519-526.
87. Drance, S.M. Glaucoma: a look beyond intraocular pressure / S.M. Drance // Amer. J. Ophthalmol. – 1997. – Vol.123, №6. – P. 817-819.
88. Erb, C. Suprachoroidal minimally invasive glaucoma surgery: Procedures and clinical outcome / C. Erb //Ophthalmologe. – 2018. – Vol.115, №5. – P. 370-380.
89. Fea, A.M. Phacoemulsification versus phacoemulsification with microbypass stent implantation in primary open-angle glaucoma: randomized double-masked clinical trial / A.M. Fea // Journal of Cataract & Refractive Surgery. – 2010. – Vol.36, №3. – P. 407-412.
90. Fea, A.M. Evaluation of a Schlemm canal scaffold microstent combined with phacoemulsification in routine clinical practice: Two-year multicenter study / A.M. Fea, M. Rekas, L. Au // J Cataract Refract Surg. – 2017. – №43. – P. 886-891.

91. Feldman, R.M. Long-term efficacy of repeat argon laser trabeculoplasty / R.M. Feldman, L.J Katz., G. Spaeth et al. // *Ophthalmol.* – 1991. – Vol.98, №7. – P.1061-1065.
92. Figus, M. Supraciliary shunt in refractory glaucoma / M. Figus, S. Lazzeri, P. Fogagnolo et al. // *Br J Ophthalmol.* – 2011. – №95. – P. 1537-1541.
93. Francis, B. Trabectome combined with phacoemulsification versus phacoemulsification alone: a prospective, non-randomized controlled surgical trial / B. Francis // *Clinical and Surgical Journal of Ophthalmology.* – 2010. – №28. – P.1-7.
94. Francis, B.A. Ab interno Schlemm's Canal Surgery / B.A. Francis, H. Akil, B.B. Bert // *Dev Ophthalmol.* – 2017. – №59. – P.127-146.
95. Freedman J. OPKO. Presented at the UBS Life Sciences Meeting; September 22, 2009; New York.
96. Freedman, J. What is new after 40 years of glaucoma implants / J. Freedman // *J Glaucoma.* – 2010. – №19. – P.504-8.
97. Fuchs, E. Ablösung der aderhaut nach staaroperation / E. Fuchs // *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol.* – 1900. – №51. – P.199-224.
98. Gallardo, M.J. Viscodilation of Schlemm's canal for the reduction of IOP via an ab-interno approach / M.J Gallardo, R.A. Supnet, I.I. Ahmed // *Clinical Ophthalmology.* – 2018. – №12. – P.2149-2155.
99. Gills, J.P. Mode of action of cyclodialysis implants in man / J.P. Gills, C.A. Paterson, M.E. Paterson // *Invest Ophthalmol.* – 1967. – №6. – P.141-144.
100. Gracner, T. Long-term follow-up of selective laser trabeculoplasty in primary open-angle glaucoma / T. Gracner, M. Falez, B. Gracner, D. Pahor // *Klin. Monatsbl. Augenheilkd.* – 2006. – Vol. 223, №9. – P.743-747.
101. Grayson, D.K. Longterm reduction of intraocular pressure after repeat argon laser trabeculoplasty / D.K. Grayson, C.B. Camras, S.M. Podos, J.S. Lustgarten // *Am.J.Ophthalmol.* – 1988. – Vol.106. – P.312-321.

102. Grierson I., Saheb H., Kahook M.Y., Johnstone MA, Ahmed, II, Schieber AT, Toris CB. A Novel Schlemm's Canal Scaffold: Histologic Observations. *Journal of glaucoma.* – 2015. – Vol.24, №6. – P. 460-468.
103. Grieshaber, M.C. Stegmann Canal Expander for canaloplasty: A novel technique / M.C. Grieshaber // *Eur J Ophthalmol.* – 2018. – Vol.28, №4. – P.472-478.
104. Grieshaber, M.C. A New Expander for Schlemm Canal Surgery in Primary Open-angle Glaucoma-Interim Clinical Results / M.C. Grieshaber, H.R. Grieshaber, R. Stegmann // *Journal of glaucoma.* – 2016. – Vol.25, №8. – P.657-662.
105. Grieshaber, M.C. Postoperative microhyphema as a positive prognostic indicator in canaloplasty / M.C. Grieshaber, A. Schoetzau, J. Flammer, S. Orgül // *Acta Ophthalmol.* – 2013. – Vol.91, №2. – P.151-156.
106. Grisanti, S. Supraciliary microstent implantation for open-angle glaucoma: multicentre 3-year outcomes / S. Grisanti, J. Garcia-Feijoo, H.B. Dick et al. // *BMJ Open Ophthalmol.* – 2018. – Vol.3, №1. – ID.000183.
107. Grover, D.S. Gonioscopy-assisted Transluminal Trabeculotomy (GATT): Thermal Suture Modification With a Dye-stained Rounded Tip / D.S. Grover, R.L. Fellman // *J Glaucoma.* – 2016. – Vol.25, №6. – P.501-504.
108. Guan, H. Preoperative factors associated with IOP reduction after cataract surgery / H. Guan, A. Mick, T. Porco, B.J. Dolan // *Optom Vis Sci.* – 2013. – Vol.90, № 2. – P.179-184.
109. Guedes, R.A. Non-penetrating filtering surgery: concept, technique and results / R.A. Guedes, V.M. Guedes // *Arq Bras Oftalmol.* – 2006. – Vol.69, №4. – P.605-613.
110. Guney, E. Symptoms and signs of anterior uveitis / E. Guney, I. Tugal-Tutkun // *US Ophthalmic Review.* – 2013. – Vol.6, №1. – P.33-37.
111. Guttman Krader, C. ABiC targets all sites of outflow resistance / C. Guttman Krader // *Ophthalmol Times.* – 2016. – №12. – P.35-36.

112. Hamard, P. Non penetrating filtering surgery, evolution and results / P. Hamard, Y. Lachkar // *J Fr Ophtalmol.* – 2002. – Vol.25, №5. – P.527-536.
113. Harasymowycz, P.J. Selective laser trabeculoplasty complicated by intraocular pressure elevation in eyes with heavily pigmented trabecular meshworks / P.J. Harasymowycz, D.G. Papamatheakis, M. Latina et al. // *Am.J.Ophthalmol.* – 2005. – Vol.139, №6. – P.1110-1113.
114. Harvey, B.J. A review of canaloplasty / B.J. Harvey, M.A. Khaimi // *Saudi J Ophthalmol.* – 2011. – Vol.25, №4. – P.329-336.
115. Hayashi, K. Risk factors for corneal endothelial injury during phacoemulsification / K. Hayashi, H. Hayashi, F. Nakao, F. Hayashi // *J. Cataract Refract. Surg.* – 1996. – Vol. 22. – P.1079-1084.
116. Heine, L. Cyclodialyse, eine neue glaukomoperation / L. Heine // *Dtsch Med Wochenschr.* – 1905. – №31. – P.824-826.
117. Hohberger, B. MIGS: therapeutic success of combined Xen Gel Stent implantation with cataract surgery / B. Hohberger, U.C. Welge-Lüssen, R. Lämmer // *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* – 2018. – Vol.256, №3. – P.621-625.
118. Huang, G. Association of biometric factors with anterior chamber angle widening and intraocular pressure reduction after uneventful phacoemulsification for cataract / G. Huang, E. Gonzalez, R. Lee et. al. // *J Cataract Refract Surg.* – 2012. – Vol. 38, № 1. – P.108-116.
119. Ianchulev, T. Corneal endothelial cell density and morphology after phacoemulsification in patients with primary open-angle glaucoma and cataracts: 2-Year results of a randomized multicenter trial / T. Ianchulev, S. Lane, M. Masis et. al. // *Cornea.* – 2019. – Vol.38, №3. – P. 325-331.
120. Irshad, F.A. Variation in Schlemm's canal diameter and location by ultrasound biomicroscopy / F.A. Irshad, M.S. Mayfield, D. Zurakowski, R.S. Ayyala // *Ophthalmology.* – 2010. – Vol.117, №5. – P. 916-920.

121. Jamil, A.Z. Effect of phacoemulsification on intraocular pressure / A.Z. Jamil, K. Iqbal, F. Ur. Rahman, K.A. Mirza // J. Coll Physicians Surg Pak. – 2011. – Vol. 21, № 6. – P.347-350.
122. Jea, S.Y. Ab interno trabeculectomy versus trabeculectomy for open-angle glaucoma / S.Y. Jea, B.A. Francis, G. Vakili et al. // Ophthalmology. – 2012. – №119. – P.36-42.
123. Jiang, N. Meta-analysis of the efficacy and safety of combined surgery in the management of eyes with coexisting cataract and open angle glaucoma / N. Jiang, G.Q. Zhao, J. Lin. et al. // Int J Ophthalmol. – 2018. – Vol.11, №2. – P.279-286.
124. Kammer, J.A. Suprachoroidal devices in glaucoma surgery / J.A. Kammer, K.M. Mundy // Middle East Afr J Ophthalmol. – 2015. – Vol.22, №1. – P.45-52.
125. Kaplowitz, K. Review and meta-analysis of ab-interno trabeculectomy outcomes / K. Kaplowitz, I.I. Bussel, R. Honkanen et al. // Br J Ophthalmol. – 2016. – Vol.100, №5. – P.594-600.
126. Kaplowitz, K. Techniques and outcomes of minimally invasive trabecular ablation and bypass surgery / K. Kaplowitz, J.S. Schuman, N.A. Loewen // Br J Ophthalmol. – 2014. – №98. – P.579-585.
127. Khaimi, M.A. Ab interno canaloplasty / M.A. Khaimi // Glaucoma Today. – 2015. – №13. – P.13-15.
128. Khaimi, M.A. Canaloplasty: a minimally invasive and maximally effective glaucoma treatment / M.A. Khaimi // J Ophthalmol. – 2015. – ID.485065.
129. Kim, M. Anterior chamber configuration changes after cataract surgery in eyes with glaucoma / M. Kim, K.H. Park, T.W. Kim, D.M. Kim // Korean J Ophthalmol. – 2012. – Vol.26, №2. – P. 97-103.
130. Körber, N. Canaloplasty ab interno - a Minimally Invasive Alternative / N. Körber // Klin Monatsbl Augenheilkd. – 2017. – Vol.234, №8. – P.991-995.

131. Koslov, V.I. Non-penetrating deep sclerectomy with collagen implant / V.I. Koslov, S.N. Bagrov, S.Y. Anisimova // *IRTC Eye Microsurgery*. – 1990. – №3. – P.44-46.
132. Krasnov, M.M. Externalization of Schlemm's canal (sinusotomy) in glaucoma / M.M. Krasnov // *Br J Ophthalmol*. – 1968. – Vol.52, №2. – P.157-161.
133. Krasnov, M.M. Sinusotomy: foundations, results, prospects. *Trans Am Ophthalmol Otolarygol*. – 1972. – №76. – P.369-374.
134. Ladas, J.G. Laser flare-cell photometry: methodology and clinical applications / J.G. Ladas, N.C. Wheeler, P.J. Morhun et al. // *Surv Ophthalmol*. – 2005. – №50. – P.27-47.
135. Lass, J.H. Corneal endothelial cell loss and morphometric changes 5 years after phacoemulsification with or without Cypass micro-stent / J.H. Lass, B.A. Benetz, J. He et al. // *Am J Ophthalmol*. – 2019. – №1. – pii: S0002-9394(19)30369-1.
136. Latina, M. Q-switched 532-nm Nd: YAG Laser Trabeculoplasty (Selective Laser Trabeculoplasty) / M. Latina, S. Sibayan, Dong H. Shin et al. // *Ophthalmology*. – 1998. – Vol.105, №11. – P.2082-2090.
137. Leahy, K.E. Investigation of corneal endothelial changes post selective laser trabeculoplasty / K.E. Leahy, M.C. Madigan, M. Sarris et al. // *Clin Exp Ophthalmol*. – 2018. – Vol.46, №7. – P.730-737.
138. Lee, G.A. Combined phacoemulsification and microinvasive glaucoma surgery in comparison to phacoemulsification alone for open angle glaucoma / G.A. Lee, A.J. Porter, R.A. Vincent et al. // *Eye (Lond)*. – 2019. – Vol.34, №2. – P.312-318.
139. Liu, J. Ab interno trabeculotomy: Trabectome™ surgical treatment for open-angle glaucoma / J. Liu, J. Jung, B.A. Francis // *Expert Rev Ophthalmol*. – 2009. – №4. – P.119-128.
140. Mahdavi Fard, A. Comparing iStent versus CyPass with or without phacoemulsification in patients with glaucoma: a meta-analysis / A. Mahdavi

- Fard, S.P. Patel, L. Pourafkari, N.D. Nader // *Ther Adv Chronic Dis.* – 2019. – №10: 2040622318820850.
141. Majstruk, L. Long-term effect of phacoemulsification on intraocular pressure in patients with medically controlled primary open-angle glaucoma / L. Majstruk, B. Leray, A. Bouillot et al. // *BMC Ophthalmol.* – 2019. – Vol.19, №1. – P.149.
 142. Mansberger, S.L. Ocular Hypertension Treatment Study Group. Reduction in intraocular pressure after cataract extraction: the Ocular Hypertension Treatment Study / S.L. Mansberger, M.O. Gordon, H. Jampel et al. // *Ophthalmology.* – 2012. – Vol.119, № 9. – P.1826-1831.
 143. Marchini, G. Management of Concomitant Cataract and Glaucoma / G. Marchini, P. Ceruti, G. Vizzari et al. // *Dev Ophthalmol.* – 2017. – №59. – P.155-164.
 144. Martinez de la Casa J. Postoperative outcomes through 18 months following implantation of two trabecular micro-bypass stents, one suprachoroidal stent and travoprost in OAG not controlled by trabeculectomy and medications. Nice, France: 11th European Glaucoma Society Congress; 2014.
 145. Martinez de la Casa, J.M. Selective vs. argon laser trabeculoplasty: hypotensive efficacy, anterior chamber inflammation and postoperative pain / J.M. Martinez de la Casa, J. Garsia-Feijoo, A. Castillo // *Eye.* – 2004. – Vol.18. – P.498-502.
 146. Mathalone, N. Long-term intraocular pressure control after clear corneal phacoemulsification in glaucoma patients / N. Mathalone, M. Hyams, S. Neiman et al. // *J Cataract Refract Surg.* – 2005. – Vol.31, №3. – P.479-483.
 147. Matlach, J. Trabeculectomy versus canaloplasty (TVC study) in the treatment of patients with open-angle glaucoma: a prospective randomized clinical trial / J. Matlach, C. Dhillon, J. Hain et al. // *Acta Ophthalmol.* – 2015. – №93. – P.753-761.
 148. Melamed, S. Efficacy and safety of gold micro shunt implantation to the supraciliary space in patients with glaucoma: A pilot study / S. Melamed, G.J.

- Ben Simon, M. Goldenfeld, G. Simon // Arch Ophthalmol. – 2009. – №127. – P.264-269.
149. Melancia, D. Cataract surgery and intraocular pressure / D. Melancia, L.A. Pinto, C. M. Neves // Ophthalmic Res. – 2015. – Vol. 53, № 3. – P.141-148.
150. Mendrinós, E. Nonpenetrating glaucoma surgery / E. Mendrinós, A. Mermoud, T. Shaarawy // Surv Ophthalmol. – 2008. – Vol.53, №6. – P. 592-630.
151. Merkur, A. Intraocular pressure decrease after hacoemulsification in patients with pseudoexfoliation syndrome / A. Merkur, K.F. Damji, G. Mintsoulis, W.G. Hodge // J. Cataract Refract Surg. – 2001. –Vol. 27, №4. – P. 528-532.
152. Meyers J., Katz L.J. Open angle glaucoma treated with a suprachoroidal stent and topical travoprost. San Francisco, CA: 23rd Annual American Glaucoma Society Meeting; 2013.
153. Nazarali, S.A. Ab interno trabeculectomy with Trabectome: outcomes in African American versus Caucasian patients / S.A. Nazarali, K.F. Damji // Can J Ophthalmol. – 2018. – Vol.53, №4. – P.361-364.
154. Nesterov, A.P. Role of blockade of Schlemm's canal in pathogenesis of primary open-angle glaucoma / A.P. Nesterov // Am J Ophthalmol. – 1970. – Vol.70, №5. – P. 691-696.
155. Norouzpour, A. Hydrophilic Acrylic Intraocular Lens Opacification after Descemet Stripping Automated Endothelial Keratoplasty / A. Norouzpour, S. Zarei-Ghanavati // J. Ophthalmic Vis. Res. – 2016. – Vol. 11, №2. – P.225-227.
156. Ong, K. Corneal endothelial abnormalities after selective laser trabeculoplasty (SLT) / K. Ong, L. Ong, L.B. Ong // J Glaucoma. – 2015. – Vol.24, №4. – P.286-290.
157. Örnek, N. Corneal endothelial changes following a single session of selective laser trabeculoplasty for pseudoexfoliative glaucoma / N. Örnek, K. Örnek // Int Ophthalmol. – 2017. – P.1-7.

158. Pascolini, D. Global estimates of visual impairment: 2010 / D. Pascolini, S.P. Mariotti // *Br J Ophthalmol.* – 2012. – Vol.96, №5. – P.614-618.
159. Pfeiffer, N. A Randomized Trial of a Schlemm's Canal Microstent with Phacoemulsification for Reducing Intraocular Pressure in Open-Angle Glaucoma / N. Pfeiffer, J. Garcia-Feijoo, J.M. Martinez-de-la-Casa et al. // *Ophthalmology.* – 2015. – Vol.122, №7. – P.1283-1293.
160. Pohjalainen, T. Intraocular pressure after phacoemulsification and intraocular lens implantation in nonglaucomatous eyes with and without exfoliation / T. Pohjalainen, E. Vesti, R.J. Uusitalo, L. Laatikainen // *J. Cataract Refract Surg.* – 2001. – Vol. 27, №3. – P.426-431.
161. Poley, B.J. Intraocular pressure reduction after phacoemulsification with intraocular lens implantation in glaucomatous and nonglaucomatous eyes: evaluation of a causal relationship between the natural lens and open-angle glaucoma / B.J. Poley, R.L. Lindstrom, T.W. Samuelson, R. Schulze // *J Cataract Refract Surg.* – 2009. – Vol.35, №11. – P.1946-1955.
162. Poley, B.J. Long-term effects of phacoemulsification with intraocular lens implantation in normotensive and ocular hypertensive eyes / B.J. Poley, R.L. Lindstrom, T.W. Samuelson // *J Cataract Refract Surg.* – 2008. – Vol.34. – P.735-742.
163. Pourjavan S., Collignon N., De Groot V., Eiferman R., Marshall A., Roy C. STARflo™: A suprachoroidal drainage implant made from STAR biomaterial. In: Samples JR, Ahmed II, editors. *Surgical Innovations in Glaucoma.* New York: Springer Science + Business Media. – 2014. – P.235-251.
164. Pourjavan, S. STARflo glaucoma implant: 12month clinical results / S. Pourjavan, N. Collignon, V. De Groot // *Acta Ophthalmol (Cph).* – 2013. – №91. – P.252.
165. Preliminary ASCRS CyPass withdrawal consensus statement. Fairfax, VA: American Society of Cataract and Refractive Surgery News Group, www.alcon.com/CyPass (accessed 25 September 2018).

166. Rao A. Diurnal curve after phacoemulsification in patients with pseudoexfoliation syndrome and cataract / A. Rao // *Semin Ophthalmol.* – 2012. – Vol. 27, № 2. – P.1-5.
167. Razeghinejad, M. R. A history of the surgical management of glaucoma / M.R. Razeghinejad, G.L. Spaeth // *Optom Vis Sci.* – 2011. – №88. – P.39-47.
168. Reiss, G. Safety and effectiveness of CyPass supraciliary micro-stent in primary open-angle glaucoma: five-year results from the COMPASS XT Study / G. Reiss, B. Clifford, S. Vold et al. // *Am J Ophthalmol.* – 2019. – №1. – pii: S0002-9394(19)30368-X.
169. Rekas, M. Clinical and morphological evaluation of gold micro shunt after unsuccessful surgical treatment of patients with primary open-angle glaucoma / M. Rekas, B. Pawlik, B. Grala, W. Kozłowski // *Eye (Lond).* – 2013. – №27. – P.1214-1217.
170. Reznik A., Varma R. Ab-Interno Subconjunctival Glaucoma Implant for Advanced Open-Angle Glaucoma. In: Aref A., Varma R., eds. *Advanced Glaucoma Surgery.* – 2016. – P. 51-55.
171. Ritch, R. Why is glaucoma associated with exfoliation syndrome? / R. Ritch, U. Schlotzer-Schrehardt, A.G. Konstas // *Prog. Retin. Eye Res.* – 2003. – Vol. 22, № 3. – P.253-275.
172. Roben, J.W. Electron microscopic studies on the trabecular meshwork in glaucoma simplex / J.W. Roben, R. Witmer // *Graefe's. Arch. Clin. Exp.Ophthalmol.* – 1972. – Vol.183. – P.251-263.
173. Rosenquist, R. Outflow resistance of enucleated human eyes at two different perfusion pressures and different extents of trabeculotomy / R. Rosenquist, D. Epstein, S. Melamed et al. // *Curr Eye Res.* – 1989. – Vol.8, №12. – P.1233-1240.
174. Sameh Mosaed. Minimally invasive glaucoma surgery and CyPass Micro-Stent – a new era in glaucoma surgery / Mosaed Sameh // *US Ophthalmic Review.* – 2017. – Vol.10, №1. – P.39-41.

175. Samuelson, T.W. Randomized evaluation of the trabecular micro-bypass stent with phacoemulsification in patients with glaucoma and cataract / T.W. Samuelson, L.J. Katz, J.M. Wells et al. // *Ophthalmology*. – 2011. – Vol.118, №3. – P.459-67.
176. Sarda, V. Pseudoexfoliation syndrome and phacoemulsification: comparative study with a control population / V. Sarda, C. Rohart, F. Fajnkuchen et al. // *J. Fr Ophtalmol*. – 2010. – Vol. 33, №5. – P.319-326.
177. Seibold, L.K. Outcomes after combined phacoemulsification and trabecular microbypass stent implantation in controlled open-angle glaucoma / L.K. Seibold, K.M Gamett., J.B. Kennedy et al. // *J Cataract Refract Surg*. – 2016. – Vol.42, №9. – P.1332-1338.
178. Seiler, T. The resistance of the trabecular meshwork to aqueous humor outflow / T. Seiler, J. Wollensak // *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. – 1985. – Vol.223, №2. – P.88-91.
179. Shields M.B. An overview of glaucoma. In: Shields MB. *Textbook of glaucoma*. 4th ed. Baltimore: Williams and Wilkins. – 1998. – P.1-2.
180. Shingleton, B.J. Effect of phacoemulsification on intraocular pressure in eyes with pseudoexfoliation: single-surgeon series / B.J. Shingleton, A. Laul, K. Nagao et al. // *J. Cataract Refract. Surg*. – 2008. – Vol. 34, №11. – P.1834-1841.
181. Shingleton, B.J. Three and five year changes in intraocular pressures after clear corneal phacoemulsification in open angle glaucoma patients, glaucoma suspects, and normal patients / B.J. Shingleton, J.J. Pasternack, J.W. Hung, M.W. O'Donoghue // *J Glaucoma*. – 2006. – Vol.15, №6. – P.494-498.
182. Shoji, T. Phacoviscocanalostomy versus cataract surgery only in patients with coexisting normal-tension glaucoma: midterm outcomes / T. Shoji, M. Tanito, H. Takahashi et al. // *J Cataract Refract Surg*. – 2007. – №33. – P.1209-1216.
183. Shrivastava, A. The effect of cataract extraction on intraocular pressure / A. Shrivastava, K. Singh // *Curr Opin Ophthalmol*. – 2010. – Vol.21, №2. – P.118-122.

184. Smith, R. A new technique for opening the canal of Schlemm / R. Smith // Brit. J. Ophth. – 1960. – №44. – P.370.
185. Sowka, J. Pseudoexfoliation syndrome and pseudoexfoliative glaucoma / J. Sowka // Optometry. – 2004. – Vol.75, №4. – P.245-250.
186. Stegmann, R. Visco canalostomy for open-angle glaucoma in black African patients / R. Stegmann, A. Pienaar, D. Miller // J Cataract Refract Surg. – 1999. – Vol.25, №3. – P.316-322.
187. Strenk, S.A. Magnetic resonance imaging of the anteroposterior position and thickness of the aging, accommodating, phakic, and pseudophakic ciliary muscle / S.A. Strenk, L.M. Strenk, S. Guo // J Cataract Refract Surg. – 2010. – №36. – P.235-241.
188. Sufi, A.R. Outcome of phacoemulsification in patients with and without Pseudoexfoliation syndrome in Kashmir / A.R. Sufi, T. Singh, A.A. Mufti, M.H. Rather // BMC Ophthalmol. – 2012. – Vol.6. – P.12-13.
189. Tanito, M. Effectiveness and safety of combined cataract surgery and microhook ab interno trabeculotomy in Japanese eyes with glaucoma: report of an initial case series / M. Tanito, Y. Ikeda, E. Fujihara // Jpn J Ophthalmol. – 2017. – Vol.61, №6. – P.457-464.
190. Theodoros Filippopoulos. Новое устройство – Трабектом обеспечивает безопасное проведение трабекулэктомии / Filippopoulos Theodoros. // Новое в офтальмологии. – 2010. – №1. – P.53.
191. Tugal-Tutkun, I. Laser flare photometry: a noninvasive, objective, and quantitative method to measure intraocular inflammation / I. Tugal-Tutkun, C.P. Herbort // Int Ophthalmol. – 2010. – №30. – P.453-464.
192. Van Buskirk, E.M. Changes in the facility of aqueous outflow induced by lens depression and intraocular pressure in excised human eyes / E.M. Van Buskirk // Am. J. ophthalmol. – 1976. – Vol.82. – P.736-740.
193. Vera, V. Gel stent implantation – recommendations for preoperative assessment, surgical technique and postoperative management / V. Vera, I.I.

- Ahmed, I. Stalmans, H. Reitsamer // US Ophthalmic Review. – 2018. – Vol.11, №1. – P.38-46.
194. Vesti, E. Exfoliation syndrome and exfoliation glaucoma / E. Vesti, T. Kivela // Prog Retin Eye Res. – 2000. – Vol. 19, №3. – P.345-368.
195. Vold, S. Two-Year COMPASS Trial Results: Supraciliary Microstenting with Phacoemulsification in Patients with Open-Angle Glaucoma and Cataracts / S. Vold, I.I. Ahmed, E.R. Craven et al., // Ophthalmology. – 2016. – №123. – P.2103-2112.
196. Wakefield, D. Controversies in ocular inflammation and immunology laser flare photometry / D. Wakefield, C.P. Herbort, I. Tugal-Tutkun, M. Zierhut // Ocul Immunol Inflamm. – 2010. – №18. – P.334-340.
197. Walker W.M. Surgery of the canal of Schlemm / W.M. Walker, C.R. Kanagasundaram // Tr. Ophth. Soc. U.K. – 1964. – №84. – P.427.
198. Walkow, T. Endothelial cell loss after phacoemulsification: relation to preoperative and intraoperative parameters / T. Walkow, N. Anders, S. Klebe // J. Cataract. Refract. Surg. – 2000. – Vol. 26, №5. – P.727-732.
199. Wang, N. Ultrasound activates the TM ELAM-1/IL-1/NF- κ B response: a potential mechanism for intraocular pressure reduction after phacoemulsification / N. Wang, S.K. Chintala, M.E. Fini, J.S. Schuman // Invest Ophthalmol Vis Sci. – 2003. – №44. – P.1977-1981.
200. Wecker, T. Ab Interno Trabeculectomy With the Trabectome as a Valuable Therapeutic Option for Failed Filtering Blebs / T. Wecker, M. Neuburger, L. Bryniok et al. // J Glaucoma. – 2016. – Vol.25, №9. – P.758-62.
201. Wise, J.B. Argon laser therapy for open-angle glaucoma: a pilot study / J.B. Wise, S.L. Witter // Arch. of Ophthalmol. and Glaucoma. – 1979. – Vol.97. – P.319-322.
202. Xin, C. Mechanism of the reconstruction of aqueous outflow drainage / C. Xin, N. Tian, M. Li et al. // Sci China Life Sci. – 2018. – Vol.61, №5. – P.534-540.

203. Dang, Y.L. Two-year outcomes of ab interno trabeculectomy with the Trabectome for Chinese primary open angle glaucoma: a retrospective multicenter study / Y.L. Dang, X. Wang, W.W. Dai et al. // *Int J Ophthalmol.* – 2018. – Vol.11, №6. – P.945-950.
204. Yang, H.S. Ocular biometric parameters associated with intraocular pressure reduction after cataract surgery in normal eyes / H.S. Yang, J. Lee, S. Choi // *Am J Ophthalmol.* – 2013. – Vol. 156, №1. – P.89-94.
205. Yudhasompop, N. Effects of phacoemulsification and intraocular lens implantation on intraocular pressure in primary angle closure glaucoma (PACG) patients / N. Yudhasompop, B. Wangsupadilok // *J. Med Assoc Thai.* – 2012. – Vol. 95, № 4. – P.557-560.
206. Zhang, J. Progression on canaloplasty for primary open angle glaucoma / J. Zhang, N.L. Wang // *Int J Ophthalmol.* – 2019. – Vol.12, №10. – P.1629-1633.
207. Zhang, Y.Y. Morphological and hydrodynamic correlates in monkey eyes with laser induced glaucoma / Y.Y. Zhang, C.B. Toris, Y. Liu et al. // *Exp Eye Res.* – 2009. – Vol.89, №5. – P.748-756.
208. Zhou, A.W. Can preoperative anterior chamber angle width predict magnitude of intraocular pressure change after cataract surgery? / A.W. Zhou, J. Giroux, A.J. Mao, C.M. Hutnik // *Can J Ophthalmol.* – 2010. – Vol. 45, №2. – P.149-153.
209. Zimmermann, T.J. Effectiveness of non-penetrating trabeculectomy in aphakic patients with glaucoma / T.J. Zimmermann, K.S. Kooner, V.J. Ford et al. // *Ophthalmic Surg.* – 1984. – Vol.15, №1. – P.44-50.