

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.И. ПИРОГОВА»

На правах рукописи

Джамаль Ахмад Атия Салех

**КОМБИНИРОВАННАЯ ЛАЗЕРНАЯ ТРАБЕКУЛОПЛАСТИКА
ПРИ ЛЕЧЕНИИ ПЕРВИЧНОЙ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМЫ**

14.01.07 – глазные болезни

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

Член-корреспондент РАН

доктор медицинских наук, профессор

Сидоренко Евгений Иванович

Москва – 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	11
1.1. Лазерная микрохирургия в лечении первичной открытоугольной глаукомы, история и механизм действия современных лазеров.....	11
1.2. Клинико-гистопатологические исследования после воздействия непрерывного лазерного излучения при аргоновой и диодной трабекулопластике.....	14
1.3. Клинические исследования после воздействия импульсным лазерным излучением при селективной лазерной трабекулопластики...	18
Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	35
2.1. Общая характеристика клинического материала.....	35
2.2. Методы клинических исследований.....	37
2.3. Лазерные методы лечения.....	40
Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	45
3.1. Эффективность диодной лазерной трабекулопластики у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой при начальной и развитой стадиях.....	45
3.1.1. Гипотензивный эффект и динамика ВГД после диодной лазерной трабекулопластики.....	45
3.1.2. Динамика тонографических показателей после диодной лазерной трабекулопластики.....	48
3.1.3. Состояние полей зрения после проведения диодной лазерной трабекулопластики у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой.....	51
3.1.4. Динамика остроты зрения после диодной лазерной трабекулопластики у пациентов с открытоугольной глаукомой.....	52
3.1.5. Динамика морфометрических показателей диска зрительного нерва у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой.....	53
3.1.6. Динамика реактивного синдрома в послеоперационном периоде после диодной лазерной трабекулопластики.....	54
3.2. Эффективность селективной лазерной трабекулопластики у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой при начальной и развитой стадиях.....	56
3.2.1. Гипотензивный эффект и динамика ВГД после селективной лазерной трабекулопластики.....	56
3.2.2. Динамика тонографических показателей после селективной лазерной трабекулопластики.....	59

3.2.3. Состояние полей зрения после селективной лазерной трабекулопластики у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой.....	61
3.2.4. Динамика остроты зрения после селективной лазерной трабекулопластики у пациентов с открытоугольной глаукомой.....	62
3.2.5. Динамика морфометрических показателей диска зрительного нерва у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой.....	64
3.2.6. Динамика реактивного синдрома в послеоперационном периоде после селективной лазерной трабекулопластики.....	64
3.3. Эффективность комбинированной лазерной трабекулопластики у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой при начальной и развитой стадиях.....	66
3.3.1. Гипотензивный эффект, динамика ВГД после комбинированной лазерной трабекулопластики.....	66
3.3.2. Динамика тонографических показателей после проведения комбинированной лазерной трабекулопластики.....	69
3.3.3. Состояние полей зрения после проведения комбинированной лазерной трабекулопластики у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой.....	72
3.3.4. Динамика остроты зрения после комбинированной лазерной трабекулопластикой у пациентов с открытоугольной глаукомой....	73
3.3.5. Динамика морфометрических показателей диска зрительного нерва у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой.....	74
3.3.6. Динамика реактивного синдрома в послеоперационном периоде комбинированной лазерной трабекулопластики.....	75
3.3.7. Изменения гипотензивного режима после диодной, селективной и комбинированной лазерной трабекулопластики.....	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	88
ВЫВОДЫ.....	96
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	97
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	98
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	99

Введение

Актуальность проблемы

Глаукома является одной из наиболее сложных проблем офтальмологии. Широкое распространение, тяжесть клинического течения, высокий процент инвалидизации характерны для глаукомы и по сегодняшний день (Еричев В.П., Егоров Е.А., 2014) [11,12]. Скрининг пациентов с подозрением на глаукому, позволяет своевременно выявить данную группу и проводя патогенетическое лечение возможно добиться профилактики слепоты (Шпак А.А., 2014).

В настоящее время по результатам исследований различных авторов отмечается значительный рост заболеваемости глаукомой и занимает одно из первых мест в развития слабовидения и слепоты в мире.(Quigley Н.А.,2006; Нороев В.В., 2013; Resenikoff S., 2004; Leske M.C., 2007)

Основным патогенетическим механизмом глаукомы является повышение ВГД, в результате чего происходит необратимое повреждение волокон зрительного нерва. Поэтому целью проводимых вмешательств служит как консервативным так и/или хирургическим способом добиться нормализации и стабилизации ВГД.

Значительно более щадящим вмешательством является лазерная хирургия. Она отличается не только малой травматичностью, неинвазивностью, но и отсутствием катарактогенного эффекта ножевой хирургии. И в этом плане лазерной хирургии принадлежит будущее. Внедрение лазера в клиническую офтальмологию при лечении глаукомы впервые была предложено в 1970-1972 гг. академиком М.М. Красновым, затем в 1973 г. – Worthen D.M. и Wickham M.G. В 1979 г. Wise J.B. и Witter S.L. предложили тракционные аргоновые коагуляции, которые улучшают движение влаги по физиологическим путям оттока. Аналогичные тракционные лазерные операции получили распространение с появлением

диодной лазерной трабекулопластики (ДЛТ) (McHugh D. et al., 1990, 1992). Она имеет много сходств в методике нанесения коагулятов на трабекулярный переплет по Wise, но отличается по виду используемого лазерного излучения. ДЛТ не уступает по эффективности и имеет меньше послеоперационных реактивных проявлений.

В последнее время одно из ведущих мест занимает селективная лазерная трабекулопластика (СЛТ), которая отличается по механизму и параметрам действия и основывается на принципе селективного фототермолизиса (Latina M., Park C., 1995-1998). При этом свет селективно поглощается пигментными структурами в трабекулярной сети, разрушает их, улучшая фильтрацию внутриглазной жидкости. Селективная лазерная трабекулопластика является безопасным и эффективным вмешательством (Алексеев И.Б., 2012; Бачалдин И.Л., 2017; Копылова А.А., 2017; Durr G.M., 2016; Francis V.A., 2016; Keyser M., 2017; Schlote T., 2016) и служит альтернативой антиглаукомных препаратов в лечении первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ) (Егоров Е.А., 2015).

Однако, к сожалению, эффективность лазерного лечения не всегда удовлетворяет потребности клиники. Не всегда приводит к стойкому и достаточному гипотензивному эффекту, ослаблению или отмене гипотензивного режима в послеоперационном периоде. В работах многих авторов отмечается разная оценка клинической эффективности, течения послеоперационного периода, уровня компенсации офтальмотонуса после СЛТ (Ayala M. et al., 2011; Chen E. et al., 2004; Gracner T., 2001; Hong B.K. et al., 2009; Nagar M. et al., 2005; Weinand F.S. et al., 2006).

Этот факт стимулирует развитие хирургических методов лечения глаукомы. Тем не менее использование большого количества новых методик, методов, прекрасного оборудования все же не решают всех проблем глаукомы.

Таким образом, методы лечения глаукомы требуют дальнейших разработок и усовершенствования. Перспективным направлением является

усовершенствование лазерных методик СЛТ и ДЛТ, использование сочетания достоинств обоих методов при лечении глаукомы. Однако подобных исследований ранее не проводилось, и наша работа посвящена этому актуальному направлению.

Цель исследования

Повышение эффективности лазерного лечения первичной открытоугольной глаукомы путем разработки методики комбинированной лазерной трабекулопластики, заключающейся в этапном проведении диодной и селективной лазерной трабекулопластики.

Задачи исследования

1. Оценить эффективность селективной лазерной трабекулопластики при лечении пациентов с первичной открытоугольной глаукомой в начальных стадиях (I и II).

2. Изучить эффективность диодной лазерной трабекулопластики при лечении пациентов с первичной открытоугольной глаукомой в начальных стадиях.

3. Разработать метод комбинированной лазерной трабекулопластики (сочетание диодной и селективной трабекулопластики).

4. Оценить и сравнить гипотензивный эффект комбинированной лазерной трабекулопластики с диодной и селективной лазерной трабекулопластикой.

5. Изучить реактивный синдром при комбинированной, диодной и селективной лазерной трабекулопластике.

6. Определить показания и противопоказания для проведения комбинированной лазерной трабекулопластики учитывая стадию глаукомы, степени пигментации угла передней камеры и реакцию глаз на лазерное воздействие.

Научная новизна

Впервые разработана методика комбинированной лазерной трабекулопластики при лечении пациентов с первичной открытоугольной глаукомой, заключающаяся в сочетании диодной и селективной трабекулопластики. Определены критерии персонализированного отбора пациентов, параметры вмешательства: энергия импульса, экспозиция, количество и продолжительность воздействия, тактика ведения больных.

Впервые оценены клиническое течение первичной открытоугольной глаукомы, состояние зрительных функций и особенности послеоперационного периода при комбинированной лазерной трабекулопластике.

Установлено, что двухступенчатая лазерная трабекулопластика с разным механизмом действия позволяет значительно повысить эффективность лечения больных с первичной открытоугольной глаукомой.

Методология и методы исследования

Методология исследования включала оценку эффективности методов комбинированной лазерной трабекулопластики. Исследование выполнено с соблюдением принципов доказательной медицины. Произведен отбор больных и статистическая обработка результатов. Проведено проспективное сравнительное клиническое исследование, с использованием опросников и шкал, инструментальных методов исследования.

Теоретическая и практическая значимость работы

Для клинической практики предложена эффективная методика лазерного лечения первичной открытоугольной глаукомы: комбинированная лазерная трабекулопластика, сочетающая преимущества диодной и селективной лазерной трабекулопластики.

Разработанная методика обеспечивает стабильность гипотензивного эффекта и сохранность зрительных функций. Комбинированная лазерная

трабекулопластика является безопасной для пациента и доступной для врача лазерной хирургии.

Степень разработанности темы исследования

В последнее время селективной трабекулопластике уделяли внимание И.Л. Бачалдин, А.А. Копылова, Durr G., M Francis B.A. Keyser M. Разработаны различные методики СЛТ. Авторы исследовали применение СЛТ совместно с медикаментозной антиглаукомной терапией, протяженность воздействия на трабекулярную ткань, показана эффективность СЛТ, в ряде исследований показана необходимость повторной СЛТ в различный период после первого воздействия.

В данной работе мы предложили применение СЛТ после ДЛТ. Различный механизм воздействия позволяет значительно повысить эффективность лечения больных с первичной открытоугольной глаукомой

Основные положения, выносимые на защиту

1. Комбинированная лазерная трабекулопластика, заключающаяся в этапном проведении диодной и селективной лазерной трабекулопластики, является самостоятельной эффективной гипотензивной лазерной операцией для лечения первичной открытоугольной глаукомы в сравнении с существующими методами лазерного лечения данного заболевания.

2. Комбинированная лазерная трабекулопластика у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой вызывает минимальные реактивные проявления и позволяет снижать количество применяемых гипотензивных препаратов после операции.

Внедрения результатов в клиническую практику

Данная методика лечения ПОУГ практикуется в клинических базах глазных болезней ФГАОУ ВО «Российский национальный

исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России и в калужском филиале МНТК им. С.Н. Федорова.

Апробация работы

Материалы диссертации доложены и обсуждены на научных конференциях РНИМУ им. Н.И. Пирогова, Морозовской детской больницы, Республиканской детской больницы, а также на XX Международной научно-практической конференции «Пожилой больной. Качество жизни» (Москва, 2015), IV Международном симпозиуме «Проблемные вопросы глаукомы: фокус на диагностику» (Москва, 2015), II Международном конгрессе «Пролиферативный синдром в биологии и медицине», посвященный проблемам пролиферативного процесса при различных заболеваниях (Москва, 2018), Научно-практической конференции «Пироговский офтальмологический форум-2018» (Москва, 2018).

Диссертация апробирована на кафедре офтальмологии педиатрического факультета ФГБОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России (Москва, 29.08.2019 г.).

Личный вклад автор

Автор лично осуществил постановку цели и задач исследования; разработку клинических методик их решения; самостоятельное проведение части исследования; анализ медицинской документации; самостоятельное офтальмологическое обследование пациентов, поступивших в стационар на лазерную хирургию; статистическую обработку, анализ, обобщение полученных результатов.

Соответствия диссертации паспорту специальности

Результаты и научные положения диссертации соответствуют формуле и области исследований специальности 14.01.07- (глазные болезни).

Публикации

По теме диссертации опубликованы 4 научные работы в изданиях, рецензируемых ВАК РФ.

Структура и объем диссертации

Работа изложена на 117 страницах машинописи и состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследования, трех глав, результатов собственных исследования, заключения, выводов, списка литературы и материалов, подтверждающих внедрение в практику. Библиографический указатель включает 177 источников, из них 42 отечественных и 135 зарубежных. Работа иллюстрирована 27 таблиц и 14 рисунками.

Глава 1. Обзор литературы

1.1. Лазерная микрохирургия в лечении первичной открытоугольной глаукомы, история и механизм действия современных лазеров

Глаукома представляет собой гетерогенную группу заболеваний, характеризующихся повреждением зрительного нерва и потерей поля зрения. Это самая частая причина необратимой слепоты во всем мире. Снижение внутриглазное давление на 30–50% от исходного уровня замедляет или останавливает прогрессирование глаукоме. Всемирная распространенность глаукомы среди населения в возрасте 40 лет и старше составляет около 3,5%. Хронические формы глаукомы безболезненны, а симптоматические дефекты поля зрения появляются поздно. Раннее выявление при офтальмологическом обследовании обязательно. Факторы риска для первичной открытоугольной глаукомы - наиболее распространенной формы глаукомы - включают пожилой возраст, повышенное внутриглазное давление, наличие глаукомы в наследственности и высокую близорукость, дальнозоркость и этническое происхождение. Лечение для снижения внутриглазного давления основано на местных препаратах, лазерной терапии и хирургическом вмешательстве, если другие методы лечения не могут предотвратить прогрессирование.

Ухудшение оттока внутриглазной жидкости из глаза и повышение внутриглазного давления является основным фактором развития глаукомы, что ведет к повреждению зрительного нерва. Улучшение оттока ВГЖ в дренажной системе глаза и снижения ВГД является одним из главным направления в лечения глаукомы [29].

В лечения глаукомы существует три метода: медикаментозный, лазерный и хирургический, каждый из которых достаточно разнообразно представлен в клинической практике. С каждым годом применение лазерного лечения в офтальмологии становится все шире, и лазерная хирургия в офтальмологии лидирует по числу операций по сравнению с другими областями медицины [75].

Лазеры используются для лечения глаукомы в течение многих лет, и поскольку существует ряд различных типов глаукомы, существует целый ряд различных лазерных методов лечения, которые направлены на достижение целей, специфичных для данного состояния. При открытоугольной глаукоме лазерное лечение может снизить внутриглазное давление (ВГД) за счет увеличения оттока водной жидкости из глаза (лазерная трабекулопластика) или уменьшения образования водной жидкости (циклофотокоагуляция). При узкоугольной глаукоме водный отток улучшается с помощью лазерной иридотомии, когда в радужной оболочке делается небольшое отверстие, или с помощью иридопластики, где радужная оболочка затягивается и открывается угол дренирования.

Трансклеральная фотокоагуляция (цикло-диодная или диодная лазерная циклоабляция). В этой терапии лазер нацелен на цилиарное тело, которое производит внутриглазную жидкость. Лечение требует общей анестезии или хорошо доставленной местной анестезии. Хотя первоначально предназначалось для глаз с очень низким зрительными функциями, было показано, что осторожное воздействие ограниченного количества фотокоагулянтов относительно безопасно и эффективно для снижения ВГД в глазу с хорошим зрением. Лечение может быть повторено, если ВГД не считается достаточно низким или эффект со временем проходит.

Периферическая иридопластика. В глазу, который подвергся лазерной иридотомии, но радужная оболочка не откатилась назад, может быть использована периферическая иридопластика с помощью аргонового лазера. Применяется к внешним краям радужной оболочки, чтобы уменьшить прилегание от дренажной сети и открыть угол передней камере. Может потребоваться местной анестезии, кроме капель. Обе формы лазерного лечения закрытой / узкоугольной глаукомы требуют постлазерных капель, обычно в стероидов и возможно анти глаукомный препаратов временно или на неопределенный срок [108].

В работах Краснова М.М использовался рубиновый лазер с модуляцией добротности для выполнения прямой гониопунктуры, хотя эффект снижения внутриглазного давления (ВГД) был кратковременным до шести месяцев [17,18,107]. При повышении мощности было отмечено снижения ВГД в 75% случаев в течение 1 года после операции [15]. Описана возможность ее выполнение с помощью аргонового лазера [1].

Применение инфракрасного излучения диодного лазера в лечении ПОУГ было предложено в 1990 г. McNHugh D. с соавт., с параметрами излучения: длина волны – 810 нм, диаметр пятна – 100 мкм, экспозиция – 0,2 сек, мощность – 800-1200 мВт [125, 126]. Обычно наносится 50 импульсов по окружности в 180 градусов. Методика отличается от АЛТ портативностью и экономичностью, не уступает ей по эффективности и имеет меньшее количество послеоперационных осложнений [34].

При открытоугольной глаукоме было предложено гидродинамической активация оттока (ГАО) и встряхивание трабекулы лазерным импульсом. В 80% случаев достигается гипотензивный эффект [11,31]. Для этой операции предложены и другие модификации аргоновой лазерной трабекулопластики (АЛТ) [18,22,30,36,37] и трабекулопластики с помощью медного лазера (желто-зеленый, 0,511 мкм и 0,578 мкм) [33].

Таким образом, в настоящее время все большую популярность приобретает селективная лазерная трабекулопластика (СЛТ). Она позволяет избежать рубцевания трабекулярной сети, которое характерно при использовании других методов лазеротерапии. При этом используются очень короткие импульсы излучения с низким уровнем энергии. Длина волны этого излучения находится в видимом диапазоне. Методика рассчитана на поглощение излучения специфическими хромофорными мишенями – гранулами пигмента, расположенными на трабекулярной сети. Несмотря на то, что пятно облучения при СЛТ значительно больше, чем при АЛТ и ДЛТ, некротическая гибель соседних клеток, характерная для двух последних методик, при СЛТ не развивается. Кроме того, в отличие от указанных

методов, отсутствие термического повреждения и сохранность архитектуры трабекулярной сети позволяет, при необходимости, повторять процедуру лечения.

Для СЛТ используется зеленый лазер с электрооптическим затвором (то есть импульсный); характеристики лазера: импульсы – 3 нсек, удвоенная частота Nd:YAG, длина волны – 532 нм. Увеличение диаметра пучка на 400 мкм при СЛТ преследует две цели: уменьшение потребности в фокусировке, что позволяет врачу проще сфокусировать лазер на трабекулярной сети, и большая равномерность распределения лазерной энергии, благодаря чему все клетки-мишени получают эквивалентные дозы последней. При сравнении СЛТ с другими способами лазерной терапии отмечается значительно более низкая интенсивность лазерного воздействия, особенно с учетом увеличения размера пятна. Обычно используемая при процедуре СЛТ энергия составляет только 0,6-1,2 мДж; в то время как при АЛТ – 40-70 мДж на импульс.

1.2. Клинико-гистопатологические исследования после воздействия непрерывного лазерного излучения при аргонной и диодной трабекулопластике

Аргонная лазерная трабекулопластика (АЛТ) была предложена Wise J.V. и Witter S.L. как эффективное средство для снижения офтальмотонуса при открытоугольной глаукоме в 1979 г. и представляет собой воздействие на трабекулярную сеть в углу передней камеры глаза [172]. Термическое воздействие (ожог) вызывает коагулятивное повреждение увеосклеральной сетки, нарушение структур трабекулярных волокон и повреждение близрасположенных коллагеновых волокон [144, 171].

Предположительный механизм воздействия основывается на том, что термическая энергия вызывает коагуляцию и следовательно контракцию зоны воздействия. Эта контракция способствует сокращению внутреннего кольца трабекулярной сети, которая влечет за собой тракцию промежуточной

сетки и шлеммова канала. Тракция вызывает разделение трабекулярных листков и предотвращает коллапс шлеммова канала, вследствие чего улучшается отток и снижается ВГД [26, 41, 172].

Другая теория – клеточная – постулирует о том, что АЛТ увеличивает скорость деления клеток [62] и фагоцитарную активность в эндотелиальных клетках трабекулы. Это, как предполагают, вызывает очищение трабекулярной ткани от старых клеток и стимулирует рост новой, здоровой трабекулярной ткани, что улучшает отток. К тому же АЛТ индуцирует экспрессию и секрецию интерлейкина-1 и фактора некроза опухолей α (ФНО α). Указанное в свою очередь приводит к увеличению экспрессии стромелизина в трабекулярных клетках, который играет важную роль в ремоделировании трабекулярного внеклеточного матрикса и увеличении оттока жидкости [58].

Схожие гистопатологические изменения, как и при АЛТ, происходят в ультраструктуре трабекулярной сети после воздействия 1064 нм Nd YAG диодного лазера и при ДЛТ [55, 126].

По мнению Vylsma S. с соавт. (1988), большая проникающая способность инфракрасного излучения позволяет индуцировать скорее клеточную пролиферацию, чем деструкцию трабекулярной ткани [62]. Возможно, вновь образованная ткань способствует усилению транстрабекулярного оттока водянистой влаги и может быть существенной частью механизма гипотензивного действия ДЛТ. При ДЛТ реже отмечали образование парогазовых пузырьков, а сама тканевая реакция в зоне коагулята была более слабой. Во время проведения процедуры АЛТ очаги выглядели в виде белесоватых пятен с рассеянными гранулами пигмента в результате коагуляционного некроза и фрагментации трабекулярных пластин, тогда как ДЛТ не вызывала видимых изменений трабекулы [58]. По мнению ряда авторов, излучение диодного лазера вызывает меньше гистологических изменений биологических тканей трабекулы [34, 59, 126].

Клиническая эффективность АЛТ и ДЛТ

При лечении начальной стадии глаукомы АЛТ показала большую эффективность в сравнении с медикаментозным лечением: было отмечено снижение ВГД, улучшение зрительных функций и статуса диска зрительного нерва. Лечение глаукомы с помощью АЛТ выявило снижение офтальмотонуса на 1-2 мм рт.ст. больше, чем при гипотензивной терапии [161]. При безуспешной медикаментозной терапии АЛТ используется с надеждой на отсрочку хирургического вмешательства. В отдаленном периоде при пятилетнем наблюдении только у трети пациентов после АЛТ давление было компенсировано [158].

В работах ряда авторов достоверно показана прямая зависимость снижения ВГД от степени пигментации трабекулярного переплета, в силу чего сделан вывод о целесообразности снижения мощности лазерного излучения при АЛТ на глазах таких пациентов [24, 146]. Schwartz A.L. с соавт. (1985) через 24 месяца отмечали положительный эффект АЛТ (стабильное поле зрения и состояние диска зрительного нерва, снижение ВГД на 4 мм рт.ст. по сравнению с исходным) в 77% случаев, причем преимущественно у темнокожих пациентов [151].

Результаты исследований различных авторов показали, что после АЛТ отмечается снижение ВГД до 22 мм рт.ст., стабильное состояние поля зрения и зрительного нерва, а также отсутствие необходимости проведения хирургического или повторного лазерного лечения: через 1-2 года – в 60-81% случаев, через 3 года – в 43-76%, через 5 лет – в 24-61% и через 10 лет – в 32-55% случаев [25, 120, 129, 160].

Таким образом, со временем, ВГД имеет тенденцию постепенно повышаться, и через 5 лет нормальное значение офтальмотонуса сохраняется лишь у 46% пациентов.

Eguchi S. с соавт. (1985) описаны осложнения, встречающиеся после АЛТ, – постлазерный подъем ВГД (гипертензионный синдром), ирит,

кровоизлияния и передние периферические синехии, особенно в той группе больных, где наносили до 100 коагулятов [71].

Huk В. с соавт. (1991) в своих исследованиях наряду с кратковременным повышением ВГД отмечали развитие воспалительной реакции, нередко требующей медикаментозного лечения [86]. По мнению некоторых авторов, воспалительная фибринозная экссудация в переднюю камеру глаза также являлась одной из причин временной блокады путей оттока внутриглазной жидкости (ВГЖ) и транзиторного подъема ВГД. На этом фоне почти у 20-46% пациентов на периферии формировались передние синехии, что было связано, зачастую, с темным цветом радужки или смещением кзади фокуса лазерного пучка во время процедуры [142]. К более поздним и редким осложнениям относят декомпенсацию глаукоматозного процесса [84, 159]. При АЛТ количество воздействуемой энергии коррелируется с постоперационными осложнениями, такими как постоперационное повышение ВГД, ирит и периферические передние синехии [137, 161, 167, 170].

Elsas Т. (1987) проведено сравнение результатов лечения в двух группах, где проводилась АЛТ: в первой группе 100 коагулятов на 360⁰ (26 глаз), и во второй – 50 коагулятов на 180⁰ (20 глаз). Дооперационное ВГД составляло 35,9 и 36,3 мм рт.ст. соответственно. При сроке наблюдения в 12 месяцев успешность в первой группе составила 69%, во второй – 15% [72].

Применение инфракрасного излучения диодного лазера в лечении ПОУГ было предложено McNugh D. с соавт. в 1990 г. с параметрами излучения: длина волны – 0,810 нм, диаметр пятна – 100 мкм, экспозиция – 0,2 сек, мощность – 800-1200 мВт [125]. Обычно наносятся 50 импульсов по окружности в 180 градусов. При ДЛТ отмечаются меньшая (почти в 10 раз) по сравнению с АЛТ абсорбция лазерной энергии меланином – основным хромофором-абсорбером в трабекулярной сети, меньшее количество послеоперационных осложнений [73].

Таким образом опубликованные клинические результаты в зарубежной и отечественной литературе по лечению первичной открытоугольной глаукомы в начальной стадии заболевания с помощью с помощью аргонного и диодного лазера [6, 21, 59, 60,63, 65] показали эффективность лечения [3, 14, 21, 27, 90, 124, 126, 128], но однако термическое повреждения трабекулярного аппарата могут повлиять на уменьшение гипотензивного эффекта в отдаленном периоде [44, 162], что потребовало поиска более мягкого воздействия на увеосклеральную сеть.

1.3. Клинические исследования после воздействия импульсным лазерным излучением при селективной лазерной трабекулопластике

Селективная лазерная трабекулопластика (СЛТ) разработана в 1995 году Latina M. и Park C. Ими изучено воздействие лазера различной частоты, продолжительности и мощности на смешанную культуру клеток, пигментные и безпигментные клетки трабекулярной сети [111]. СЛТ основывается на принципе селективного фототермолизиса, в соответствии с которым свет селективно поглощается пигментными структурами. Для селективного термолизиса необходима короткая продолжительность лазерного импульса, чтобы период воздействия на пигментированные клетки был меньше периода термальной релаксации меланина. Термальная релаксация – время, необходимое хромофорам для превращения электромагнитной энергии в термальную энергию. При продолжительности импульса меньше, чем время термальной релаксации, энергия депонируется в меланиновых гранулах быстрее, чем она может диффундировать. По этой причине термальная энергия ограничивается пигментированными гранулами эндотелиальных клеток трабекулярной сети с очень небольшим распространением на окружающие структуры, ограничивая их повреждение.

Период термальной релаксации меланина приблизительно равен 1 мсек, что определяет продолжительность импульса ниже данного для селективного воздействия. При воздействии на культуру клеток низкой энергией Nd: YAG лазера с удвоенной частотой и модулируемой добротностью с длиной волны 532 нм и продолжительностью импульса 10 нсек было получено избирательное повреждение, строго ограниченное лизосомами, содержащими меланин. Это было определено при трансмиссионной электронной микроскопии: изломанные меланиновые гранулы и разорванные мембраны лизосом. При продолжительности импульса близкой к 1 мсек отмечались также повреждения внутриклеточных органелл. При обычной световой микроскопии определить повреждения клеток было довольно трудно. При использовании окрашивания было выявлено, что непигментированные клетки остались жизнеспособными, а пигментированные клетки были разрушены. При воздействии лазера с более продолжительным пульсовым временем и мощностью были разрушены как пигментированные, так и непигментированные клетки.

СЛТ может воздействовать на большую площадь, в связи с чем нет необходимости точного прицеливания. При СЛТ размер пятна составляет 400 нм в сравнении с АЛТ, при которой размер пятна равен 50 нм. Учитывая большой размер пятна и низкую мощность энергии в 0,6-1,0 мДж, (что составляет 1% от энергии, используемой при АЛТ – 60-100 мДж на каждый импульс) в сравнении с АЛТ получается более низкое соотношение энергия/площадь. Проникновение энергии в ткани происходит приблизительно на глубину в 1 мм.

Гистопатология

Гистологические результаты исследований на человеческих и животных глазах, посвященных СЛТ, показали отсутствие термического повреждения трабекулярной ткани.

Kramer T.R. с соавт. (2001) проводили сканирующую электронную микроскопию трабекулярной сети на трупных глазах после АЛТ, отметив ее кратерообразные повреждения с краями и основанием термического повреждения. Указанное было выявлено в виде формирования пузырей и обесцвечивания. Также определялись разрывы коллагеновых структур и трабекулярных волокон с остатками этих структур, расположенных в смежном интратрабекулярном пространстве. Однако после СЛТ не было какого-либо термического повреждения, отмечено лишь минимальное повреждение коллагеновых волокон и нитей трабекулы [106].

В другом исследовании на человеческих глазах, которым за несколько дней до энуклеации была проведена СЛТ, показаны схожие повреждения [49].

Гранулы пигмента в этих клетках были округлые и неповрежденные. Трансмиссионная электронная микроскопия после СЛТ не обнаружила повреждений трабекулярной сети. В сравнении с АЛТ после СЛТ многие внутриклеточные пигментные гранулы были разрушены. Это является основным эффектом, полученным после СЛТ. Многие эндотелиальные клетки были также вакуолизированы [111].

Svenkel B. с соавт. (2003) провели исследование, целью которого было изучение эффективности низкой энергии (46 мДж/импульс) АЛТ в сравнении с СЛТ, проведенной на глазу за 5 дней до энуклеации по поводу злокачественной меланомы сосудистой оболочки. Авторы показали, что оба вида воздействия вызывают разрывы трабекулярных нитей и десквамацию эндотелиальных клеток, но степень повреждения менее выражена после СЛТ. Они также определили, что после СЛТ коллагеновые волокна более сохранны [66].

Механизм действия

Поскольку после СЛТ нет термического эффекта, то механическая теория является несоответствующей в объяснении механизма ее действия. Предполагается, что любое снижение офтальмотонуса после СЛТ связано с разрушением пигментированных клеток трабекулярной сети и биологическим ответом на это воздействие. Были зафиксированы множественные биологические реакции, и все они связаны с индукцией экспрессии различных цитокинов после СЛТ.

Alvarado J.A. с соавт. (2015) доказали, что как при АЛТ, так и при СЛТ происходит повышение экспрессии интерлейкина-1, ФНО α и в дополнение интерлейкина-8. Данные цитокины важны для миграции макрофагов, которые производят очистку трабекулярной сети от разрушенных клеток и тем самым улучшают отток жидкости. Повышение активности цитокинов и нарушение генетической экспрессии наблюдаются одновременно с повышенным уровнем оттока внутриглазной жидкости через клеточные монослои. Повышенный отток также регулируется путем введения экзогенного интерлейкина-1 α и β , ФНО α и интерлейкина-8 в эти клеточные монослои. СЛТ производит также четырехкратное увеличение оттока как *in vivo*, так и *in vitro*. Это объясняет снижение ВГД, которое мы наблюдаем в клинике [47, 48].

Внеклеточное матриксное ремоделирование

Как показано исследованиями, внеклеточный матрикс трабекулярной сети при первичной открытоугольной глаукоме изменен и увеличен [104]. Считают, что это основной фактор в сопротивлении оттоку и повышении ВГД. Нормальная проницаемость экстрацеллюлярного матрикса частично регулируется активностью металлопротеиназ (ММП), которая увеличивается цитокинами интерлейкин-1 и ФНО α , повышающих концентрацию самих металлопротеиназ и их ингибиторов [58, 85, 175]. Эти ингибиторы называются тканевыми ингибиторами металлопротеиназ (ТИМПз). ММП-2 –

доминирующий регуляторный фактор жидкостного оттока и его ингибитор ТИМП-2, которые исследованы при ПОУГ [121].

Lee J.Y. с соавт. (2016) исследовали секрецию матриксной металлопротеиназы после СЛТ и показали, что она вызывает некроз в течение 4-24 часов и апоптоз пигментированных клеток, а также увеличивает секрецию металлопротеиназ. На непигментированные клетки СЛТ не оказывало воздействия [116].

Нарушение баланса уровня ММП-2 и ТИМП-2, возможно, является причиной снижения коллагеназной активности внутриглазной жидкости на глазах с ПОУГ [77]. Повышенная экспрессия цитокинов после СЛТ может оказывать влияние на два эти фактора и индуцировать ремоделирование экстрацеллюлярного матрикса трабекулярной сети [58].

Репопуляция эндотелиальных клеток

Другим, не менее важным, фактором в этиологии ПОУГ является недостаток эндотелиальных клеток трабекулярной сети в сравнении со здоровыми глазами. Вместе с эндотелиальными клетками шлеммова канала они подвергаются деформации из-за растяжения при повышении ВГД [90]. Механическое растяжение индуцирует различные изменения в сигнальной трансдукции, генной экспрессии и оттоке жидкости из глаза [163]. Влияние на сопротивляемость оттока оказывают такие гены как PIP, 5K1C, VIP, тропомодулин ММП-2. В ряде исследований было обнаружено схожее увеличение ММП-2 и уменьшение ТИМП-2 в эндотелиальных клетках трабекулярной сети в результате механического растяжения [100]. Повышение экспрессии ММП-2 коррелируется с увеличением уровня оттока и нормализацией ВГД в течение нескольких дней [44]. Данный эффект, очевидно, является результатом сокращения трабекулярной сети, тем самым способствуя снижению сопротивления оттоку.

Отмеченное уменьшение клеточной насыщенности трабекулярной сети при ПОУГ при сравнении с нормальным глазом может приводить к

повышению офтальмотонуса, из-за неспособности данного количества клеток вырабатывать эквивалентный уровень факторов в ответ на данный уровень ВГД [46]. Уменьшение клеточной насыщенности также может приводить к повышению давления, т.к. клетки неспособны к выработке достаточного количества цитокинов для адекватной регуляции оттока через эндотелиальные клетки шлеммова канала. Отмечено, что проведение лазерной терапии приводит к увеличению деления клеток в трабекулярной сети [62]. Это, вероятно происходит из-за способности цитокинов действовать как факторы роста для ее эндотелиальных клеток. СЛТ, индуцируя экспрессию цитокинов, может быть триггером репопуляции эндотелиальных клеток трабекулярной сети, тем самым делая возможным адекватный контроль оттока на повышение ВГД. Новая популяция эндотелиальных клеток способна к секреции факторов, которые важны в регуляции пропускной способности эндотелиальных клеток шлеммова канала и в должном обновлении внеклеточного матрикса трабекулярной сети.

Это является еще одним свидетельством важности биологической реакции, вызванной СЛТ, в снижении офтальмотонуса на контралатеральном глазу на 9,7% в течение 6 месяцев после лазерной операции. В данном случае механическое воздействие не имеет никакого отношения к снижению ВГД в контралатеральном глазу. Предполагается, что каскадная реакция, индуцированная после СЛТ, имеет перекрестный эффект на интактном глазу [112].

Таким образом, можно сказать, что СЛТ индуцирует биологическую реакцию, которая вызывает снижение ВГД. Эти механизмы – увеличение экспрессии цитокинов, повышение проницаемости эндотелиальных клеток трабекулярной сети и шлеммова канала, ремоделирование экстрацеллюлярного матрикса и репопуляция эндотелиальных клеток – оказывают влияние друг на друга, и индукция экспрессии цитокинов играет потенциальную роль в их модулировании.

Один из аспектов клеточной теории основан на предположении, что деление клеток, описанное при АЛТ, имеет место и при СЛТ. Во время АЛТ лазерная процедура индуцирует репликацию трабекулярных эндотелиальных клеток, расположенных по линии Швальбе. Впоследствии новые клетки начинают мигрировать в фильтрационную зону трабекулярной сети [62]. Такое деление и миграция важны, потому что это может восстанавливать плотность в клетках трабекулы при ПОУГ [46].

Latina M. (1995) показал экспрессию пролиферативных клеточных ядерных антигенов (PCNA) на глазах обезьян после СЛТ. Эти данные предполагают, что клеточная пролиферация также может быть и у человека после СЛТ [111].

Клиническая эффективность СЛТ

Клинические исследования показали эффективное снижение офтальмотонуса после СЛТ, минимальное количество побочных эффектов. Первая публикация о клиническом применении СЛТ была в 1998 году [12]. Это исследование включало 53 глаза с некомпенсированной открытоугольной глаукомой, на которых была проведена СЛТ на 180 градусов. Период наблюдения составил 26 недель. Определено, что в 70% случаев снижение ВГД было более чем на 3 мм рт.ст., в среднем составило 4,6 мм рт.ст. (18,7%) после 26 недель. Авторами также обнаружено статистически достоверное, хотя менее выраженное, снижение ВГД на 9% больше у пациентов, которые ранее не получали лечения. Позже это было подтверждено другими исследованиями, направленными на изучение клинической эффективности СЛТ.

Результаты различных исследований показали, что эффективность после СЛТ в среднем составила 63,1% (в пределах от 14-88%) за период наблюдения меньше 12 месяцев [20, 78, 88, 110, 112]. Среднее значение снижения ВГД – 6,18 мм рт.ст. (2,1-10,6), в процентном соотношении равное 26,0% (11,9-30,9). При периоде наблюдения более одного года

положительный результат был получен в 60,2% случаев, средний уровень снижения ВГД составил 5,3 мм рт.ст. (2,1-8,6) [4, 5, 40, 46, 51, 76, 82].

Schlote T. с соавт. (2016) провели ретроспективный анализ пациентов, подвергшихся СЛТ с глаукомой различной стадии со сроком наблюдения 1 год. Анализ показал, что СЛТ является безопасным и эффективным методом лечения около 2/3 пациентов с ранней стадией глаукомы [150].

Juzych M.S. с соавт. (2004) проводили исследование, в котором 154 пациентам было проведено АЛТ и 41 – СЛТ на максимальной медикаментозной терапии. За период наблюдения более 34,4 месяцев не было статистически достоверной разницы в успехе лечения между ними. Успешность определялась по двум критериям: снижение ВГД более 20% от изначального ($P=0,12$) и снижение ВГД более 3 мм рт.ст. ($P=0,20$). Статистически достоверной разницы в процентном снижении ВГД между АЛТ и СЛТ также не было обнаружено – 23,5 и 27,1% ($P=0,75$) соответственно [91].

Проведенные клинические исследования показали, что оба вида лечения имеют схожую эффективность [6, 45, 57, 96, 119, 134, 147, 164, 176].

Влияние протяженности воздействия на эффективность лечения

В лечении глаукомы СЛТ является сравнительно новой техникой, и вопросы объема воздействия и количества используемой при этом энергии остаются открытыми.

Ayala M. с соавт. (2011) был проведен анализ эффективности СЛТ при глаукоме в отдаленном периоде 48 месяцев, и она составила 24%. Авторы пришли к заключению, что СЛТ в отдаленном периоде наиболее эффективно при воздействии на 180 градусов и более [51].

Проведены исследования, посвященные протяженности воздействия на трабекулярную сеть при СЛТ. Chen E. с соавт. (2004) определили, что эффективность при воздействии на 90^0 и 180^0 одинакова. Обе группы включали по 32 глаза, где срок наблюдения составил 7 месяцев. Уровень

дооперационного ВГД был 25,44 и 26,06 мм рт.ст. при 90⁰ и 180⁰ протяженности соответственно. Общее снижение ВГД было 7,01 (27,6%) и 6,16 мм рт.ст. (23,6%) соответственно (P=0,21). Достоверной разницы при контроле ВГД в сроки 1, 4 и 7 месяцев не было. Также было одинаковым количество неудач при лечении: в 15 случаях из 32 в 1-й группе и в 13 случаях из 32 – во 2-й группе [64].

Nagar M. с соавт. (2005) сравнили относительную эффективность СЛТ при воздействии на трабекулярную сеть на 90, 180 и 360 градусов у 167 пациентов с ПОУГ. В исследование были включены 39, 35, 49 и 44 пациента соответственно. Средний период наблюдения составил 10,3 месяцев. Было определено, что успешность СЛТ при 360⁰ составила 82% (при снижении ВГД более чем на 20%) и 59% (снижение ВГД более чем на 30%). При выполнении СЛТ на 180⁰ успех составил 65 и 48% (P=0,1). В процентном соотношении СЛТ на 360⁰ более эффективна, чем на 180⁰, однако эти результаты статистически не достоверны. К тому же СЛТ на 360⁰ и 180⁰ эффективнее, чем при 90⁰ (P=0,05), которая в целом не эффективна [131].

Другие авторы сравнили эффективность СЛТ при протяженности воздействия 180⁰ и 360⁰. Исследования включали 19 и 17 глаз соответственно [143]. Среднее ВГД составляло 20,6 мм рт.ст. в группе, где проводили СЛТ на 180⁰ и 21,7 мм рт.ст. – в группе 360⁰. Среднее изменение ВГД составило 1,7 мм рт.ст. (8,3%) в группе 180⁰ и 4,5 (20,7%) – в группе 360⁰ при сроке наблюдения 3 месяца (P=0,15).

Многочисленные опубликованные клинические результаты в зарубежной и отечественной литературе по лечению ПОУГ с помощью СЛТ показывают ее эффективность и безопасность [36-39, 43, 53, 54, 61,68, 70, 76, 79, 87, 103, 105, 116, 130, 136, 139, 148, 149, 154, 165, 168, 177].

СЛТ как первичная терапия

Клинические исследования доказали, что АЛТ является методом выбора при ПОУГ. Учитывая, что эффективность СЛТ и АЛТ одинакова,

можно предположить методом выбора при первичном лечении ПОУГ использование СЛТ. В подтверждение данной гипотезы были проведены клинические исследования.

В одном исследовании СЛТ проведена на 74 глазах. Снижение ВГД было равно 30%, в группе первичной терапии – на 8,3 мм рт.ст. [127].

На 58 глазах с недавно установленным диагнозом глаукома провели СЛТ и альтернативное лечение гипотензивными препаратами [109]. ВГД до лечения составляло 26,8 и 26,2 мм рт.ст. в группах СЛТ и в альтернативной соответственно ($P=0,62$). В конце пятилетнего наблюдения снижение ВГД было 8,6 (32,1%) и 8,7 (33,2%) соответственно ($P=0,92$). Эти группы также имели схожий уровень неэффективности: ВГД более 21 мм рт.ст. при сроке наблюдения более 5 лет было в 17,2 и 27,6% случаев соответственно ($P=0,53$). На 8 глазах (27,6%) после СЛТ потребовалось назначение дополнительных гипотензивных препаратов для компенсации ВГД, но в группе СЛТ потребность в препаратах была меньше (0,46-0,55), чем в альтернативной группе (1,45-1,63) ($P<0,001$).

По мнению Patel V. с соавт. (2015), СЛТ в отдаленном периоде наблюдения 5 лет показала эффективность у пациентов, толерантных к медикаментозным препаратам, и отсрочивает хирургическое воздействие [133]. Наибольшее снижение было у факичных пациентов с высоким дооперационным давлением [81, 92, 98, 152].

Ряд исследований показали высокую эффективность СЛТ при псевдоэксфолиативной глаукоме [51, 94, 96, 118, 153].

Вариабельность результатов после СЛТ

Результаты исследований эффективности СЛТ разноречивы. В одном исследовании было отмечено, что СЛТ более эффективно при изначально низком уровне ВГД [93]. Однако другое исследование показало, что СЛТ более успешно при изначально высоком ВГД [155]. Определено, что уровень пигментации трабекулярной сети влияет на результат и на риск

послеоперационных осложнений [80]. Отмечено, что при более пигментированной трабекуле имеется больше осложнений и более высокий уровень снижения ВГД при сроке наблюдения 7 месяцев [64].

После СЛТ и АЛТ количество используемых гипотензивных препаратов было статистически достоверно ниже. Тип используемых препаратов также имел значение при результатах после СЛТ. У пациентов, которые получали лечение простагландинами, был достигнут меньший успех. В исследовании было показано, что у пациентов, использующих простагландины, количество неудачной СЛТ было больше [145, 155].

Положительный эффект после СЛТ отмечен у 76% пациентов (41/54), принимающих простагландины, и в 91% случаев (49/54), не использующих данные препараты ($p=0,039$). Простагландины и СЛТ воздействуют на отток внутриглазной жидкости, они индуцируют повышенную экспрессию ММП-1,-2 и -3 как *in vitro*, так и *in vivo* [168]. *In vivo* эта индукция способствует снижению концентрации коллагена I, II и IV типа, который является субстратом экстрацеллюлярного матрикса трабекулярной сети, который разрушается ММП. Популяция ММП может быть снижена за счет воздействия простагландинов, что угнетает эффект СЛТ. Другой возможный механизм между этими двумя видами лечения состоит в том, что они оба вызывают повышение концентрации воспалительных медиаторов. Простагландины могут снижать эффективность СЛТ на клеточном уровне. Идея о том, что стероиды могут устранить воспалительную реакцию и это снизит эффективность СЛТ, не подтвердилась в обоих случаях [102].

Повторное проведение СЛТ

Как было показано, преимущество эффективности СЛТ перед АЛТ заключается в минимальном гистологическом повреждении трабекулярной сети. В настоящее время мало исследований, подтверждающих повторное применение СЛТ. В одном из них указывается, что ответная реакция при повторной СЛТ всегда превышает 50%, а в некоторых случаях еще больше. В

это исследование были включены пациенты с различной формой глаукомы. Средний период между СЛТ1 и СЛТ2 составлял от 12 до 15 месяцев.

Durr G.M., Narasymowycz P. (2016) опубликовали данные исследования 38 пациентов с ПОУГ после повторно проведенной СЛТ, срок наблюдения 15 месяцев. Исходный уровень ВГД до СЛТ-1 составлял $19,0 \pm 3,7$ мм рт.ст., оно снизилось до $16,0 \pm 3,7$ мм рт.ст. (уменьшение на 17,0%), $16,9 \pm 3,8$ мм рт.ст. (снижение на 12,5%) и $17,2 \pm 3,3$ мм рт.ст. (уменьшение на 8,7%) через 1, 6 и 15 месяцев соответственно ($P < 0,01$). Для СЛТ-2 исходное ВГД составляло $18,0 \pm 4,5$ мм рт.ст., оно снизилось до $15,1 \pm 3,8$ мм рт.ст. (снижение на 15,1%), $15,1 \pm 4,3$ мм рт.ст. (уменьшение на 15,6%) и $16,0 \pm 3,6$ мм рт.ст. (уменьшение на 10,3%) на 1, 6 и 15 месяцев соответственно ($P < 0,01$). Авторы отметили, что в группе пациентов, которым предшествовала 360-градусная СЛТ-1 (4 года назад), вторая СЛТ-2 приводила к снижению ВГД, аналогичному первому лечению, с возможно более устойчивым ответом [69].

Francis V.A. с соавт. (2016) сравнили результаты исследования 137 пациентов с ПОУГ, у которых было начальное успешное лечение с 360-градусной СЛТ, сохраняющимся не менее 6 месяцев с эффектом, который истощается со временем. Второе применение 360-градусной СЛТ показало успешное снижение офтальмотонуса. Первоначальное ВГД составляло $20,3 \pm 5,2$ мм рт.ст. для СЛТ-1 и $19,4 \pm 5,0$ – для СЛТ-2 ($p=0,03$). Через 6 месяцев ВГД снизилось до $16,3 \pm 4,3$ и $16,3 \pm 4,8$, а через 12 месяцев – до $16,4 \pm 3,9$ и $16,7 \pm 4,7$ мм рт.ст. соответственно. Показатель успеха для СЛТ-1 составил 55% через 6 месяцев и 34% – через 12 месяцев. Для СЛТ-2 показатель успеха составлял 37% через 6 месяцев и 19% – через 12 месяцев [74].

Другое исследование включало 283 пациента первичного проведения СЛТ и 43 повторной СЛТ. Было отмечено снижение ВГД в обеих группах на 35% [88]. В работах других авторов при повторной СЛТ было зафиксировано снижение ВГД на 20% [49, 83, 99, 157]. Все эти исследования сходятся во мнениях, что при повторной СЛТ офтальмотонус эффективно снижается.

Побочные эффекты

Имеются сообщения о повышении ВГД более 5 мм рт.ст. после СЛТ в 11% случаев, в 4,5% – после АЛТ; причем в 3,4% случаев после СЛТ оно было временным [67, 112]. У пациентов с псевдоэксфолиативной глаукомой отмечен малый риск повышения ВГД после СЛТ [52]. Тем не менее, пациенты с пигментной глаукомой могут подвергаться высокому риску подъема ВГД после СЛТ [80].

Послеоперационное воспаление после СЛТ обычно преходяще и разрешается через 2-3 дня. Martinez-de-la-Casa J.M. с соавт. (2004) определили, что повышение ВГД непосредственно после СЛТ наблюдалось в меньшей степени, чем после АЛТ, хотя разница не была достоверна. В этих исследованиях также было проведено сравнение реакции влаги передней камеры после АЛТ и СЛТ. Через 1 час после СЛТ имелось достоверно меньше количество флера, чем после АЛТ.

Напротив, Damji K. с соавт. (1999) сообщили о высокой реакции влаги передней камеры после СЛТ, когда принимали во внимание количество наблюдаемых клеток ($P < 0,001$). Это наблюдалось при сильно пигментированной трабекуле [67]. В другом исследовании было сообщено, что в 83% случаев после СЛТ отмечалась средняя реакция со стороны влаги передней камеры, которая обычно уменьшалась после 24 часов, не переходя в ирит [112]. Kim D.Y. с соавт. (2008) в своем исследовании пациентов с иритом показали, что также развивался хориоидальный выпот, разрешившийся с помощью терапии.

Другими возможными побочными эффектами являются неспецифический конъюнктивит и отек роговицы в течение 1-2 часов после СЛТ, однако они транзиторные и обратимы [128, 135].

Ong K. с соавт. (2013) проводили перспективное исследование на 53 глазах, которые ранее не подвергались оперативному вмешательству. Пациентам выполняли топографию роговицы до и через три месяца после

СЛТ. Толщина роговицы достоверно снизилась от $549,2 \pm 35,2$ до $545,6 \pm 36,9$ нм [132]. Несмотря на то, что эти осложнения (отек роговицы и истончение роговицы) встречаются довольно редко, причина их возникновения до сих пор точно не ясна [113, 140].

White A.J. с соавт. (2013) показали, что через 1 час после проведения СЛТ при биомикроскопии роговицы количественных изменений клеток эндотелия не было, а изменения остроты зрения носили субъективный характер, которые нормализовались после 6 недель. В исследовании было отмечено транзиторное уменьшение толщины роговицы, которое восстановилось также после 6 недель [169].

В перспективном исследовании Lee J.W. с соавт. (2014) было зафиксировано транзиторное снижение эндотелиальных клеток ($P = 0,0004$) на 11 из 66 глаз, которые прошли лечение методом СЛТ на 360° . Эти изменения возвращались к исходному уровню через 1 месяц [115]. Leahy K. с соавт. (2014) не отметили динамики в количестве эндотелиальных клеток или остроте зрения [114].

Очень редкий, но серьезный побочный эффект, индуцированный СЛТ, – это стромальное помутнение роговицы. Имеется несколько сообщений о возникновении кератита. В этих случаях у большинства пациентов была высокая миопия [140].

СЛТ в сравнении с медикаментозной терапией

Отмечено мало данных по сравнению эффективности СЛТ с гипотензивным препаратом. В исследование Katz L.J. с соавт. (2012) были включены 54 пациента с периодом наблюдения 9-12 месяцев. У 29 пациентов была проведена СЛТ, 25 пациентов получали медикаментозную терапию. Среднее ВГД в группе СЛТ составляло 24,5 мм рт.ст. и 24,7 – в группе, которая получала консервативную терапию. После лечения среднее ВГД в группе СЛТ составило 18,2 мм рт.ст. (снижение на 6,3) и 17,7 – в группе,

получавшей консервативное лечение (снижение на 7,0 мм рт.ст.). В дальнейшем в 11% случаев потребовалось дополнительное воздействие СЛТ, и в 27% – применение добавочного препарата для нормализации ВГД. Статистически достоверной разницы между двумя группами не было. Однако в группе медикаментозной терапии требовался многоэтапный выбор препаратов. Данное исследование подтверждает мнение, что СЛТ является безопасным и эффективным методом лечения ПОУГ или офтальмогипертензии [95].

Ретроспективное исследование было проведено Woo D.M. с соавт. (2015) по поводу эффективности СЛТ и медикаментозной терапии, в которое были включены 206 пациентов, подвергшихся СЛТ одно- или многократно, также получавших медикаментозную терапию. Проанализировав данные, авторы пришли к мнению, что количество принимаемых препаратов до СЛТ не влияет на эффективность снижения ВГД; однако у тех пациентов, у которых гипотензивный эффект достигался медикаментозными препаратами, приходилось неоднократно подбирать соответствующий препарат [173].

Исследования, проведенные Martow E. с соавт. (2011), выявили антиглаукомные препараты, которые влияли на эффективность СЛТ. Ретроспективный анализ 120 пациентов после СЛТ показал, что применение местных антиглаукоматозных препаратов никак не влияет на уровень снижения ВГД после СЛТ. Также пигментация угла передней камеры, пол, класс применяемых антиглаукоматозных препаратов, толщина роговицы, псевдофакия, предыдущая АЛТ не влияли на эффективность СЛТ [123].

Keyser M. с соавт. (2017) исследовали эффективность СЛТ вместо медикаментозной терапии. В перспективное рандомизированное исследование были включены 143 пациента с глаукомой. Оно показало, что количество медикаментов после СЛТ было снижено на 1,5 от изначального до 0,35 после 12 месяцев и 0,29 – после 18 месяцев. В 95% случаев СЛТ снизила ВГД на 20% и более, на 30% – в 86% случаев. В 77% случаев

пациентам не требовалось применение каких-либо препаратов для снижения ВГД [97].

Заключение

Таким образом, достижения современной офтальмологии представляют существенные успехи. Консервативное лечение активно развивается и представлено большим арсеналом медикаментов с различными механизмами действия, позволяющих нормализовать внутриглазное давление, улучшить гемодинамику, трофику тканей глаза. Однако, к сожалению, положительный эффект достигается не всегда.

Этот факт побуждает к развитию хирургических методов лечения глаукомы. Привлечение большого количества новых методик, подходов, прекрасного оборудования так и не решают все проблемы пациентов с глаукомой.

Хирургические операции продолжают оставаться угрозой для глаза, как за счет операционных, так и послеоперационных осложнений (кровоотечения, воспаления, гониосинехии, передние синехии, помутнения хрусталика, отслойка сосудистой оболочки, зарастание фистулы, дренажных клапанов и т.д.). Даже новейшие хирургические операции не удовлетворяют клиницистов своей травматичностью, осложнениями, нестабильностью результатов.

Значительно более щадящим вмешательством является лазерная хирургия. Она отличается не только малой травматичностью, неинвазивностью, но и отсутствием катарактогенного эффекта ножевой хирургии. И в этом плане лазерной хирургии принадлежит будущее. К сожалению, научные наблюдения также отмечают их недостаточную эффективность.

В последнее время наибольшее распространение получили диодная и селективная лазерная трабекулопластика, однако оценка их эффективности

противоречива. Исходя из данных проблем, нами были проведены собственные исследования.

Таким образом, методы лечения глаукомы требуют дальнейших разработок и усовершенствования. Перспективным направлением является усовершенствование лазерных методик СЛТ и ДЛТ, использование сочетания достоинств обоих методов при лечении глаукомы. Однако подобных исследований нет, и наша работа посвящена этому актуальному направлению.

Глава 2. Материалы и методы исследования

2.1. Общая характеристика клинического материала

Лазерные операции проведены на 226 глазах 176 пациентов (102 женщины, 74 мужчины) в возрасте от 40 до 80 лет (средний возраст 57 ± 17) с первичной некомпенсированной открытоугольной глаукомой начальной и развитой стадий (Таблица 1).

Настоящая работа выполнена на клинической базе ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России – ГУЗ ГКБ № 15 им. О.М. Филатова города Москвы.

Таблица 1 – Распределение пациентов по возрасту

Возраст, лет	Количество пациентов	
40-50	25	15,78%
51-60	92	50,53%
61-80	59	33,69%
Итого:	176	100%

Критерии отбора пациентов: Больные с первичной открытоугольной глаукомы начальной и развитой стадии с различной степенью пигментации угла передней камеры.

Клинические исследования базировались на результатах применения трех лазерных методик: ДЛТ была выполнена на 67 глазах 53 пациентов, СЛТ – на 84 глазах 62 пациентов и комбинированная лазерная трабекулопластика (КЛТ) проводилась на 75 глазах 61 пациента. Распределение пациентов и глаз в зависимости от метода лазерного лечения показано в Таблице 2.

Таблица 2 – Распределение пациентов и глаз в зависимости от метода лазерного лечения

Вид лечения	Количество глаз n (%)	Количество пациентов n (%)
ДЛТ	67 (29,65%)	53 (30,11%)
СЛТ	84 (37,17%)	62 (35,23%)
КЛТ	75 (33,18%)	61 (34,66%)
Итого:	226 (100%)	176 (100%)

Исходя из выбранной методики проводимого лечения, выделены три группы, каждая из которых разделена на две подгруппы в зависимости от стадии глаукомы (Таблица 3).

В первую группу, где проводилась ДЛТ, включили 67 глаз (29,65%): с начальной стадией – 24 глаза, с развитой – 43 глаза.

Во вторую группу, где выполнялась СЛТ, входили 84 глаза (37,17%): с начальной стадией – 34 глаза, с развитой – 50 глаз.

В третьей группе КЛТ проводилась на 75 глазах (33,18%): с начальной стадией – 34 глаза, с развитой стадией глаукомы – 41 глаз.

Таблица 3 – Распределение глаз по группам в зависимости от стадии заболевания

Клиническая группа	Количество глаз, n (%)	Начальная стадия	Развитая стадия
1-я группа	67 (29,65%)	24	43
2-я группа	84 (37,17%)	34	50
3-я группа	75 (33,18%)	34	41
Итого:	226 (100%)	92	134

Группы пациентов с проводимой ДЛТ, СЛТ и КЛТ были схожи по возрасту, полу, дооперационному уровню ВГД и количеству принимаемых

глаукомных препаратов. Преоперативное ВГД определяли как среднее, в два визита до назначенного лазерного лечения.

2.2. Методы клинических исследований

Все пациенты находились под постоянным динамическим наблюдением, до лазерного лечения и на протяжении двух лет после операционного вмешательства.

Наблюдение осуществлялось в следующие сроки: до лазерного лечения, через 1 день, 1 неделю, 4-6 недель, 3 месяца, 6 месяцев, через 1 год и далее каждые полгода в течение 2 лет.

Отдельным больным в зависимости от состояния глаза после предложенных нами методик был назначен дополнительный срок наблюдения.

Всем пациентам проводилось комплексное офтальмологическое обследование:

1) биомикроскопия осуществлялась на щелевой лампе Carl Zeiss Jena 120 (Германия). Оценивалось состояние конъюнктивы, склеры, эписклеральных сосудов, роговицы, радужки, хрусталика, глубина передней камеры;

2) авторефрактометрия проводилась на авторефрактометре RM-A 6500 фирмы Topcon (Япония);

3) Визометрию проводили с помощью проектора испытательных знаков Carl Zeiss с максимальной коррекцией аметропии.

4) офтальмотонометрия осуществлялась аппланационным тонометром по Гольдману, Маклакову, а также бесконтактным тонометром FT-1000 (Томеу, Япония);

Успешным считали лазерное лечение, обеспечивающее истинное ВГД по Гольдману не более 21 мм рт.ст. на фоне значительного сокращения количества антиглаукомной инстилляционной терапии или полной ее отмены.

При необходимости назначалась трехдневная суточная тонометрия;

5) поле зрения: компьютерная периметрия проводилась на приборе Humphrey Field Analyzer II (США) по программе Central 30-2. Учитывалась сумма пороговых значений светочувствительности по квадрантам и следующие показатели: MD – среднее отклонение (mean deviation) характеризует основное увеличение общих нарушений полей зрения в сравнении с нормальным полем; PSD – среднеквадратичное отклонение (pattern standard deviation) характеризует изменение степени отклонения исследуемого поля зрения пациента от уровня нормального, скорректированного по возрасту. Низкий показатель PSD свидетельствует о ровной форме холма зрения, высокий показатель – о неровном холме зрения. Учитывались показатели PSD с категорией значения менее 5%.

Изучение полей зрения выполняли до оперативного вмешательства и через 1, 3, 6, 12 месяцев и более после лечения;

6) офтальмоскопия проводилась методом прямой и обратной офтальмоскопии с помощью прямого офтальмоскопа Heine β 200 (Япония), При офтальмоскопии обращалось внимание на выраженность глаукомной экскавации, дистрофические изменения в центральной зоне, состояние сосудов сетчатки.

7) гониоскопия: состояние угла передней камеры оценивалось с помощью трехзеркальной линзы Голдмана, определялись степень открытия угла, наличие и степень пигментации на трабекуле и в шлеммовом канале;

8) тонография: количественная характеристика продукции и оттока внутриглазной жидкости осуществлялась с использованием пневмоофтальмотонометра-тонографа Reichert Classic 30 (Германия) (Рисунок 1) Определялось тонографические показатели глаза – коэффициент легкости оттока, истинной внутриглазной давление, коэффициент Беккера, минутный объем внутриглазной жидкости.



Рисунок 1 – Пневмоофтальмотонометр-тонограф Reichert classic 30 (Германия)

9) Конфокальная сканирующая лазерная офтальмоскопия CSLO: Глаукома долгое время определялась структурными и функциональными изменениями, которые выявляются при оптических невропатиях. Структурное исследование слоя зрительного нерва и нервного волокна сетчатки (СНВС) является важным компонентом первоначальной оценки и последующего наблюдения данных заболеваний.

Томограф Heidelberg Retina (HRT; Heidelberg Engineering, Germany), которые позволил качественно и количественно определить размер и форму зрительного нерва и окружающей ткани сетчатки. В нашем исследовании мы проводили исследование на HRT 3 поколения, включает в себя достижения в области программного и аппаратного обеспечения, но в то же время поддерживал стабильную платформу для анализа данных, полученных с помощью предыдущих поколений HRT 2. Новое программное обеспечение позволяет проводить дополнительный анализ на основе трехмерных моделей головок зрительного нерва в дополнение к новым инструментам асимметрии и прогрессии (анализ топографических изменений). Проверки контроля качества были улучшены, чтобы обеспечить обратную связь изображения в

реальном времени во время захвата для фокусировки, освещения и центровки диска, среди других.

Принцип конфокальной визуализации состоит в том, чтобы осветить зрительный нерв и сетчатку через единственное отверстие и отобразить этот точечный источник на интересующем объекте. Свет возвращается через оптическую систему визуализации и проходит сквозь отверстие в плоскости, сопряженной к точке исследования. Только свет, который возвращается из интересующей точки, может пройти сквозь отверстие и быть обнаруженным. В результате изображение возвращается из одной фокальной плоскости. Свет из любой точки, находящейся не в этой фокальной плоскости, будет сильно ослаблен

Чтобы отобразить плоскость, а не точку, массив точек в этой плоскости должен сканироваться точка за точкой. В системе CSLO освещающее световое пятно можно быстро перемещать (сканировать), что приводит к фокальной плоскости точек данных или оптическому сечению. Для HRT 2 и 3 эта плоскость формирования изображения составляет 150×150 . Горизонтальное (X) и вертикальное (Y) сканирование выполняется с использованием колеблющихся зеркал. Глубина (Z) регулируется (то есть изменяется фокальная плоскость) путем перемещения объектива. Передаточная функция используется для определения местоположения вдоль оси (Z) максимальной отражающей способности. Это определяется как высота по этой координате и используется для генерации топографического изображения.

2.3. Лазерные методы лечения

Всем пациентам лазерное воздействие выполнялось с использованием следующего оборудования:

1. ДЛТ – на установке модели Nd:YAG лазера (SUPRA, Франция) неодимовым: иттрий-алюминиевым-гранатовым лазером с удвоенной частотной модулируемой добротностью (Рисунок 2). Обычно наносилось 70-

75 коагулятов по окружности в 270° трабекулярного переплета со следующими параметрами излучения:

- длина волны – 532 нм,
- мощность – 250-500 мВ,
- экспозиция – 0,10-0,20 сек,
- диаметр пятна – 50 мкм.



Рисунок 2 – Nd:YAG лазер (SUPRA, Франция)

2. СЛТ – на установке модели Nd:YAG лазера (SOLUTIS, Франция) неодимовым: иттрий-алюминиевым-гранатовым лазером с удвоенной частотной модулируемой добротностью (Рисунок 3). Наносилось приблизительно 70-75 неперекрывающихся аппликатов, расположенных на протяжении 270° трабекулярного переплета, со следующими параметрами излучения:

- длина волны – 532 нм,
- мощность – 0,6-1,2 мДж,
- экспозиция – 3 нсек,
- диаметр лазерного пятна – 400 мкм.



Рисунок 3 – Nd:YAG лазер (SOLUTIS, Франция)

3. КЛТ проведена на Nd:YAG диодном лазере, с нанесением 70-75 каогулятов по окружности в 270° трабекулярного переплета, с теми же параметрами. Через 4-6 недель производилось воздействие Nd:YAG селективным лазером: 70-75 аппликаторов были расположены на протяжении 270° трабекулярного переплета с аналогичными параметрами излучения (Рисунки 4 и 5).



Рисунок 4 – Методика лазерной трабекулопластики

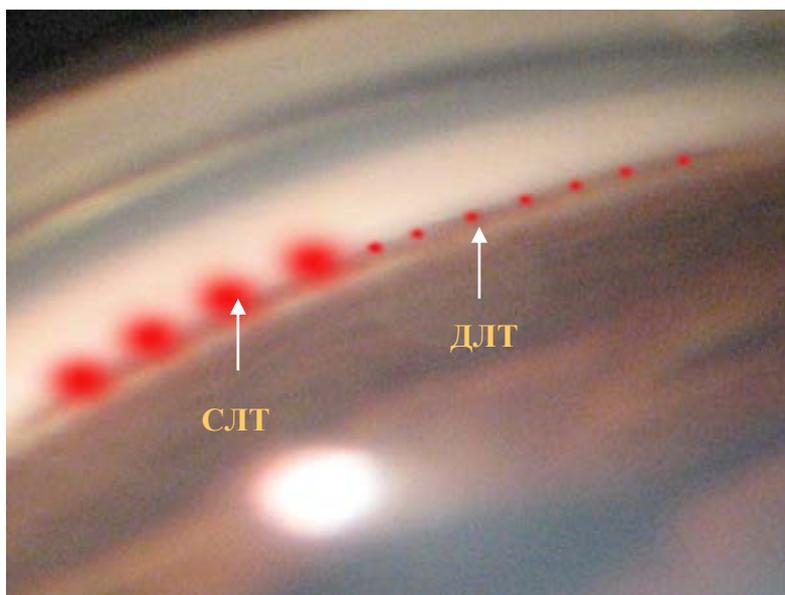


Рисунок 5 – Лазерные аппликаты на трабекулярном переплете

Все лазерные вмешательства – процедуры КЛТ, ДЛТ и СЛТ – были выполнены одним и тем же лазерным хирургом.

Перед лазерной операцией пациентам проводилась эпibuльбарная анестезия раствором дикаина 1%, лидокаина 2%. После операции конъюнктивальная полость промывалась раствором левомицетина 0,25%.

В послеоперационном периоде всем пациентам назначалось медикаментозное лечение: внутрь диакарб по 0,25 г 1 раз в сутки в течение 2 дней; индометацин по 0,25 г 3 раза в день в течение 5 дней; дексаметазона 0,1% 3 раза в день в каплях, при непереносимости последнего назначался раствор наклофа 0,1% 3 раза в день в каплях в течение 10 дней.

Кроме этого, сохранялся обычный режим местной гипотензивной терапии в течение 4 недель, по истечении которых его отменяли или значительно сокращали. Этот курс лечения назначался пациентам после первого и второго этапов комбинированной лазерной трабекулопластики.

Статистическая обработка

Статистический анализ проводился с использованием программы STATISTICA 10 (StatSoft.Inc). Данные представляли в виде средних значений и стандартной ошибки среднего для непрерывных нормально

распределенных переменных, в виде медианы и мин и макс значений для непрерывных данных, не распределенных нормально, а также в виде абсолютных значений и процентов для категориальных данных. Анализ нормальности проводился с помощью теста Колмогорова – Смирнова и Шапиро – Уилка. Для парного сравнения непрерывных переменных, имеющих нормальное распределение, использовался t-критерий Стьюдента для независимых выборок, для переменных, не имеющих нормальное распределение - U-критерий Манна-Уитни. Категориальные данные и пропорции сравнивались с использованием критерия хи-квадрат или точного двустороннего критерия Фишера. При сравнении средних показателей, рассчитанных для связанных выборок (например, значений показателя до лечения и после лечения), использовался парный t-критерий Стьюдента. Для проверки различий между двумя связанными выборками переменных, не имеющих нормальное распределение, применялся W-критерий Уилкоксона. Значение p менее 0,05 считалось статистически значимым.

Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Эффективность диодной лазерной трабекулопластики у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой при начальной и развитой стадиях

Эффективность ДЛТ изучена у 53 пациентов (67 глаз) с первичной открытоугольной глаукомой, из них начальная стадия глаукомы выявлена у 21 пациента (24 глаза), развитая стадия – у 34 пациентов (43 глаза).

3.1.1. Гипотензивный эффект и динамика ВГД после диодной лазерной трабекулопластики

Пациенты с **начальной стадией** открытоугольной глаукомы составили 35,82% (24 глаза). В анамнезе они не имели никаких лазерных и хирургических вмешательств. Острота зрения с коррекцией у больных этой группы была достаточно высокой – $0,67 \pm 0,18$. как Состояние центрального и периферического поля зрения соответствовало начальной стадии заболевания.

При гониоскопии угол передней камеры открыт до 3-4. Слабая степень пигментации (1-2) угла передней камеры отмечена на 7 глазах (29,16%); умеренная степень пигментации (2-3) – в 11 случаях (45,83%), выраженная пигментация (3-4) – на 6 глазах (25,01%). Исходное внутриглазное давление по Гольдману было равно $24,90 \pm 2,11$ мм рт.ст., коэффициент легкости оттока ВГЖ – $0,12 \pm 0,02$ мм³/мин/мм рт.ст.

Осложнений во время операции не было. В послеоперационном периоде (4 недели) в группе после диодной лазерной трабекулопластики офтальмотонус снизился с $24,90 \pm 2,11$ до $19,14 \pm 1,34$ мм рт.ст. Через 6 месяцев после вмешательства ВГД составляло $18,67 \pm 1,42$ мм рт.ст.

Через 12 месяцев компенсации ВГД удалось достичь в 75% случаев (18 глаз), средний уровень его составил $18,91 \pm 1,34$ мм рт.ст.

В этих пределах ВГД сохранялось в течение 1,5 лет, имея тенденцию к повышению до $19,25 \pm 1,12$ мм рт.ст. ко второму году (Таблица 4).

Дальнейшее динамическое наблюдение в сроки 24 месяца выявило постепенное снижение числа успешных результатов лечения до 16 случаев (66,63%). ВГД не компенсировалось в 33,17% случаев (8 глаз).

Таблица 4 – Динамика внутриглазного давления после проведения ДЛТ при начальной стадии глаукомы

Сроки наблюдения	Средний уровень ВГД, мм рт.ст.
До операции	$24,90 \pm 2,11$
1 неделю	$19,81 \pm 1,15^*$
1 месяц	$19,14 \pm 1,34^*$
3 месяца	$18,94 \pm 1,36^*$
6 месяцев	$18,67 \pm 1,42^*$
1 год	$18,91 \pm 1,25^*$
2 года	$19,25 \pm 1,12^*$

Примечание: *достоверность различий по сравнению с данными до операции $<0,05$.

Развитая стадия открытоугольной глаукомы была диагностирована в 64,18% случаев (43 глаза). В анамнезе пациенты не имели никаких лазерных и хирургических вмешательств. Острота зрения с коррекцией также была достаточно высокой – $0,55 \pm 0,18$. Состояние центрального и периферического поля зрения, соответствовало развитой стадии заболевания.

При гониоскопии угол передней камеры открыт до 3-4. Слабая степень пигментации (1-2) угла передней камеры отмечена на 9 глазах (20,93%); умеренная степень пигментации (2-3) – на 22 глазах (51,11%); выраженная пигментации (3-4) – в 12 случаях (27,6%). Исходное внутриглазное давление по Гольдману равнялось $26,18 \pm 1,72$ мм рт.ст., коэффициент легкости оттока ВГЖ – $0,08 \pm 0,03$ мм³/мин/мм рт.ст. (Таблица 5).

Таблица 5 – Динамика внутриглазного давления после проведения ДЛТ при развитой стадии глаукомы

Сроки наблюдения	Средний уровень ВГД, мм рт.ст.
До лечения	26,18 ± 1,72
1 неделю	20,42 ± 1,54*
1 месяц	19,94 ± 1,21*
3 месяцев	19,76 ± 1,36*
6 месяцев	19,61 ± 1,42*
1 год	19,97 ± 1,23*
2 года	20,28 ± 1,17*

Примечание: *достоверность различий по сравнению с данными до операции <0,05.

В послеоперационном периоде (4 недели) офтальмотонус снизился в группе после диодной лазерной трабекулопластики с 26,18±1,72 до 19,94±1,21 мм рт.ст. Через 6 месяцев после операции ВГД составило 19,61±1,42 мм рт.ст.

Через 12 месяцев удалось достичь компенсации внутриглазного давления в группе ДЛТ в 72,09% случаев (31 глаз), в среднем уровень ВГД составил 19,97±1,23 мм рт.ст.

В этих пределах ВГД сохранялось в течение 1,5 лет, имея тенденцию к повышению до 20,28±1,17 мм рт.ст. ко второму году.

Дальнейшее динамическое наблюдение (24 месяца и более) показало постепенное снижение числа успешных результатов лечения до 27 случаев (62,79%). ВГД не компенсировалось в 37,21% случаев (15 глаз).

3.1.2. Динамика тонографических показателей после диодной лазерной трабекулопластики

Гидродинамические показатели у пациентов с **начальной стадией** первичной открытоугольной глаукомы перед ДЛТ были следующими: P_0 в среднем равно $24,42 \pm 1,85$ мм рт.ст., коэффициент легкости оттока ВГЖ снижен до $0,12 \pm 0,02$ мм³/мин/мм рт.ст., продукция внутриглазной жидкости также в целом была снижена до $1,51 \pm 0,27$ мм³/мин.

Диодное лазерное вмешательство в начальных стадиях ПОУГ привело к улучшению показателей гидродинамики глаза. При этом через 1 месяц нами отмечено снижение исходного уровня истинного ВГД на $6,13$ мм рт.ст., коэффициент легкости оттока внутриглазной жидкости (С) увеличился на $0,05$. Секреция внутриглазной жидкости (F) незначительно колебалась и составила в среднем $1,58 \pm 0,19$ мм³/мин.

Наибольшее снижение величины (P_0) и улучшение коэффициента легкости оттока наблюдалось через 6 месяцев после лазерной операции. Показатели составили в среднем ($18,29$ мм рт.ст. и $0,23$ мм³/мин/мм рт.ст.) соответственно.

Коэффициент Беккера после ДЛТ постепенно снизился с $216,2 \pm 18,3$ от исходного и к 6-му месяцу составил $85,5 \pm 6,2$. В отдаленные сроки наблюдения значения данного показателя были нормальными.

Через 1 год после операции удалось снизить исходный уровень внутриглазного давления на $5,89$ мм рт.ст. ($24,16\%$). Отток внутриглазной жидкости увеличился на $66,6\%$ или в $1,6$ раза. Показатель секреции внутриглазной жидкости спустя 1 год после операции увеличился на $15,39\%$ (Таблица 6 . Рисунок 13).

Таблица 6 – Динамика тонографических показателей при начальной стадии глаукомы после проведения ДЛТ

Показатели	P_0 , мм рт.ст.	C , мм ³ /мин/ мм рт.ст.	F , мм ³ /мин	P_0/C
До лечения	24,42±1,85	0,12±0,02	1,51±0,27	216,2±18,3
1 месяц	18,75±1,23*	0,20±0,03*	1,58±0,19*	93,75±11,4*
3 месяца	18,56±1,34*	0,22±0,02*	1,68±0,15*	84,36±7,4*
6 месяцев	18,29±1,26*	0,23±0,04*	1,87±0,24*	85,52±6, *2
1 год	18,53±1,43*	0,21±0,03*	1,75±0,18*	90,75±5,4*
2 года	18,86±1,54*	0,20±0,02*	1,71±0,17*	96,15±5,4*

Примечание: * достоверность различий по сравнению с данными до операции <0,05.

Гидродинамические показатели при **развитой стадии** глаукомы перед ДЛТ были следующими: P_0 в среднем равно 25,65±2,16 мм рт.ст., коэффициент легкости оттока ВГЖ снижен в среднем до 0,08±0,03, продукция внутриглазной жидкости была также снижена до 1,25±0,14 мм³/мин.

Диодное лазерное вмешательство в развитой стадии ПОУГ способствовало улучшению показателей гидродинамики глаза.

При этом через 1 месяц отмечено снижение исходного уровня истинного внутриглазного давления на 6,11 мм рт.ст., коэффициент легкости оттока внутриглазной жидкости увеличился на 0,09, секреция внутриглазной жидкости незначительно увеличилась на 29,6%.

Наибольшее снижение величины (P_0) и улучшение коэффициента легкости оттока наблюдались на 6-м месяце, значения составили в среднем 19,21 мм рт.ст. и 0,21 мм³/мин/мм рт.ст. Коэффициент Беккера после ДЛТ постепенно снизился к 6 месяцам с 320,6±21,3 до 87,26±8,4. В отдаленные сроки наблюдения его значения были нормальными.

Через 1 год после операции удалось снизить исходный уровень внутриглазного давления на 6,08 мм рт.ст., или на 23,52%. Отток внутриглазной жидкости увеличился в 2,25 раза, показатель секреции внутриглазной жидкости спустя 1 год после операции увеличился на 36,6% (Таблица 7 . Рисунок 14).

Таблица 7 – Динамика тонографических показателей при развитой стадии глаукомы после проведения ДЛТ

Показатели	Po, мм рт.ст.	C, мм ³ /мин/ мм рт.ст.	F, мм ³ /мин	Po/C
До лечения	25,56±2,16	0,08±0,03	1,25±0,14	307,6±21,3
1 месяц	19,54±1,64*	0,17±0,03*	1,54±0,23*	108,2±14,6*
3 месяца	19,36±1,48*	0,20±0,02*	1,64±0,20*	96,2±12,2*
6 месяцев	19,21±1,85*	0,21±0,04*	1,75±0,16*	87,26±8,4*
1 год	19,57±1,64*	0,20±0,04*	1,71±0,16*	95,56±4,3*
2 года	19,87±1,38*	0,19±0,02*	1,66±0,22*	103,88±5,7*

Примечание: *достоверность различий по сравнению с данными до операции <0,05.

3.1.3. Состояние полей зрения после проведения диодной лазерной трабекулопластики у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой

Для оценки изменений полей зрения проводилась периметрия с помощью анализатора Humphrey (программа Central 30-2). Изменение общей депрессии световой чувствительности оценивалось по 4 квадрантам.

В Таблице 8 представлено изменение пороговых значений световой чувствительности у пациентов после проведения ДЛТ. Изменение пороговой световой чувствительности было небольшим. В сроки от 1 до 24 месяцев после операции отмечалось небольшое увеличение порога световой чувствительности, в дальнейшем наблюдалось снижение до исходного уровня.

Таблица 8 – Динамика суммы пороговых значений световой чувствительности (в дБ) по квадрантам после проведения ДЛТ при открытоугольной глаукоме

Период исследования	Стадия глаукомы	
	начальная	развитая
До операции	1834,1±167,4	1562,3±223,4
1 месяц	1856,9±145,5	1673,8±176,3
3 месяца	1878,6±154,2	1646,2±165,8
6 месяцев	1921,6±169,2	1624,2±162,5
1 год	1812,3±158,4	1511,5±164,1
2 года	1763,2±153,4	1422,1±176,2

При анализе данных периметрии было установлено, что общее улучшение световой чувствительности, наблюдаемое через 1 месяц после ДЛТ, обусловлено уменьшением количества относительных дефектов различной глубины интенсивности, особенно поверхностных скотом. Через 3 месяца полученный эффект сохранялся.

В дальнейшем отмечалось повышение световой чувствительности, которое было более выражено у пациентов с начальной стадией глаукомы, в сравнении с пациентами с развитой стадией заболевания.

Изменение общей световой чувствительности было небольшим. Это было ожидаемо, если учесть, что у большинства больных с начальной стадией глаукомы наблюдалась только общая депрессия поля зрения без обнаружения локализованных глубоких дефектов, или участки сниженной чувствительности в области Бьеррума.

3.1.4. Динамика остроты зрения после диодной лазерной трабекулопластики у пациентов с открытоугольной глаукомой

Динамика остроты зрения в группе пациентов с открытоугольной глаукомой, которым выполнялась ДЛТ, приведена в Таблице 9. В данной группе было 53 пациента (67 глаз). Из них с начальной стадией глаукомы был 21 пациент (24 глаза), 34 пациента (43 глаза) – с развитой стадией заболевания.

Острота зрения до операции в группах с начальной и развитой стадиями глаукомы была соответственно $0,67 \pm 0,18$ и $0,55 \pm 0,18$.

В первые три месяца после оперативного лечения отмечаются стабилизация и небольшое улучшение зрительных функций, а начиная с 12 месяцев, идет тенденция к постепенному снижению зрительных функций.

Таблица 9 – Острота зрения после проведения ДЛТ при различных стадиях открытоугольной глаукомы.

Период исследования	Стадия глаукомы	
	начальная	развитая
До операции	0,67±0,17	0,55±0,18
1 месяц	0,68±0,12	0,57±0,14
3 месяца	0,67±0,18	0,56±0,17
6 месяцев	0,66±0,15	0,54±0,14
1 год	0,65±0,17	0,52±0,18
2 года	0,64±0,19	0,52±0,21

К концу периода наблюдения отмечено снижение остроты зрения, и в связи с прогрессированием катаракты имелось небольшое отличие от исходных значений. Острота зрения в среднем по стадиям составила соответственно 0,64±0,19 и 0,52±0,21.

3.1.5. Динамика морфометрических показателей диска зрительного нерва у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой после ДЛТ

В Таблице 10 представлены исходные значения топографических структур диска зрительного нерва (ДЗН) и их изменения после выполнения ДЛТ у пациентов с начальной и развитой стадиями глаукомы.

К 12 месяцам не были отмечены отрицательным динамика в таких параметрах, как объем нейроретинального пояса (НРП), средняя толщина слоя нервных волокон сетчатки (СНВС). Не выявлены изменения в динамике показателей объемного профиля и площади экскавации $P > 0,05$.

Таблица 10 – Динамика морфометрических показателей ДЗН после ДЛТ

Параметры	Начальная		Развитая	
	до	после	до	после
Объем НРП, мм ³	0,318±0,143	0,342±0,152	0,253±0,159	0,282±0,136
Площадь НРП, мм ²	1,323±0,325	1,387±0,268	1,231±0,235	1,294±0,172
Э/Д	0,387±0,154	0,382±0,167	0,437±0,186	0,435±0,163
Площадь экскавации	-0,135±0,07	-0,138±0,09	-0,118±0,06	0,121±0,09
СНВС, мм	0,225±0,087	0,232±0,093	0,182±0,074	0,208±0,086

3.1.6. Динамика реактивного синдрома в послеоперационном периоде после диодной лазерной трабекулопластики

ДЛТ на 270° проведена на 67 глазах с ПОУГ, из них в начальной стадии 24 глаза, в развитой стадии заболевания – 43 глаза.

Реакция глаз на вмешательство была незначительной. Операция хорошо переносилась пациентами. Иногда отмечались жалобы на чувство покалывания в глазу во время процедуры лазерного воздействия.

В послеоперационном периоде при биомикроскопии переднего отрезка глаза в 20,23% случаев была выявлена умеренно выраженная смешанная инъекция глазного яблока. Тенденция к снижению ВГД часто наблюдалась в первые дни после операции. Динамика реактивного синдрома показана в Таблице 11.

Во влаге передней камере обнаружено слабо выраженное нарушение прозрачности в 8,96% случаев (6 глаз), которое сохранялось в течение первых суток. Ирит отмечен на 10 глазах, проявление которого полностью купировались к 7-м суткам.

Таблица 11 – Динамика реактивного синдрома в послеоперационном периоде после ДЛТ на 270°

Показатели	1-е сутки	3-и сутки	7-й день	14-й день
Гиперемии	15	5	2	-
Изменение ВГД				
>5 мм рт.ст.	11	2	1	-
<3 мм рт.ст.	25	7	3	-
Ирит	10	3	1	-
Помутнения влаги	6	-	-	-

В 37,31% случаев (25 глаз) наблюдался подъем офтальмотонуса до 3 мм рт.ст., который снижался ко вторым суткам. Резкий подъем ВГД (более 5 мм рт.ст.) был выявлен в 11 случаях, что потребовало гипотензивной коррекции.

При гониоскопии угла передней камеры отмечалось умеренное побледнение ткани в месте нанесения коагулятов, гониосинехий не было.

3.2. Эффективность селективной лазерной трабекулопластики у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой при начальной и развитой стадиях

Эффективность СЛТ изучена у 62 пациентов (84 глаза) с первичной открытоугольной глаукомой, из них начальная стадия глаукомы была у 25 пациентов (34 глаза), развитая стадия – у 37 (50 глаз).

3.2.1. Гипотензивный эффект и динамика ВГД после селективной лазерной трабекулопластики

Пациенты с **начальной стадией** открытоугольной глаукомы составили 40,47% (34 глаза). В анамнезе они не имели никаких лазерных и хирургических вмешательств. Острота зрения с коррекцией была достаточно высокой – $0,68 \pm 0,15$. Состояние центрального и периферического поля зрения соответствовало начальной стадии заболевания.

При гониоскопии угол передней камеры был открыт (3-4). Пигментация угла передней камеры слабой степени (1-2) отмечена на 7 глазах (20,58%); умеренной степени (2-3) – на 16 глазах (47,05%), выраженная пигментация (3-4) – на 11 глазах (32,35%). Исходное внутриглазное давление по Гольдману было равно $24,83 \pm 1,94$ мм рт.ст., коэффициент легкости оттока ВГЖ – $0,13 \pm 0,04$ мм³/мин/мм рт.ст.

В послеоперационном периоде (4 недели) в группе после СЛТ офтальмотонус снизился с $24,83 \pm 1,94$ мм рт.ст. до $18,92 \pm 1,27$ мм рт.ст. Через 6 месяцев после вмешательства ВГД составляло $18,45 \pm 1,18$ мм рт.ст.

Через 12 месяцев компенсации внутриглазного давления удалось достичь в группе СЛТ с начальной стадией в 76,95% случаев (26 глаз), средний уровень его составил $18,59 \pm 1,38$ мм рт.ст.

В этих пределах ВГД сохранялось в течение 1,5 лет, имея тенденцию к повышению до $19,07 \pm 1,21$ мм рт.ст. к концу второго года (Таблица 12).

Таблица 12 – Динамика внутриглазного давления после проведения СЛТ при начальной стадии глаукомы

Сроки наблюдения	Средний уровень ВГД, мм рт.ст.
Исходное ВГД	24,83±1,94
1 неделю	19,44±1,38*
1 месяц	18,92±1,127*
3 месяца	18,74±1,45*
6 месяцев	18,45±1,18*
1 год	18,59±1,32*
2 года	19,07±1,21*

Примечание: *достоверность различий по сравнению с данными до операции <0,05.

Дальнейшее динамическое наблюдение выявило постепенное снижение числа успешных результатов лечения до 23 случаев (67,64%) в сроки 24 месяца и более. ВГД не компенсировалось в 32,34% случаев (11 глаз).

Пациенты с **развитой стадией** открытоугольной глаукомы составили 59,53% (50 глаз). В анамнезе они не имели никаких лазерных и хирургических вмешательств. Острота зрения с коррекцией у больных этой группы была также достаточно высокой – $0,50 \pm 0,17$. Состояние центрального и периферического поля зрения соответствовало развитой стадии заболевания.

При гониоскопии угол передней камеры был открыт (3-4). Пигментация угла передней камеры слабой степени (1-2) отмечена на 6 глазах (12%); умеренной степени (2-3) – на 25 глазах (50%), выраженная пигментация (3-4) – на 19 глазах (38%). Исходное внутриглазное давление по Гольдману было равно $26,12 \pm 2,31$ мм рт.ст., коэффициент легкости оттока ВГЖ – $0,08 \pm 0,02$ мм³/мин/мм рт.ст.

В послеоперационном периоде (4 недели) ВГД при развитой стадии после селективной лазерной трабекулопластики снизилось с $26,12 \pm 2,31$ до

19,97±1,64 мм рт.ст. Через 6 месяцев после СЛТ оно составило 19,53±1,29 мм рт.ст.

Через 12 месяцев компенсации офтальмотонуса в группе с развитой стадией удалось достичь в 74% случаев (37 глаз). Средний уровень ВГД составил 19,86±1,53 мм рт.ст. В этих пределах давление сохранялось в течение 1,5 лет, имея тенденцию к повышению до 20,15±1,16 мм рт.ст. ко второму году.

Дальнейшее динамическое наблюдение выявило постепенное снижение числа успешных результатов лечения до 33 случаев (66%) в сроки 24 месяца и более. ВГД не компенсировалось в 34% случаев (17 глаз) (Таблица 13).

Таблица 13 – Динамика внутриглазного давления после проведения СЛТ при развитой стадии глаукомы

Сроки наблюдения	Средний уровень ВГД, мм рт.ст.
До лечения	26,12 ± 2,31
1 неделю	20,44 ± 1,47*
1 месяц	19,97 ± 1,64*
3 месяца	19,82 ± 1,53*
6 месяцев	19,53 ± 1,29*
1 год	19,86 ± 1,53*
2 года	20,15 ± 1,16*

Примечание:* достоверность различий по сравнению с данными до операции < 0,05.

3.2.2. Динамика тонографических показателей после селективной лазерной трабекулопластики

Гидродинамические показатели при **начальной стадии** глаукомы перед СЛТ были следующими: $P_0 - 24,33 \pm 2,10$ мм рт.ст., коэффициент легкости оттока ВГЖ снижен до $0,13 \pm 0,03$ мм³/мин/мм рт.ст., продукция внутриглазной жидкости в целом была снижена до $1,48 \pm 0,2$ мм³/мин.

Селективное лазерное вмешательство в начальной стадии ПОУГ способствовало улучшению показателей гидродинамики глаза.

Через 1 месяц отмечено снижение истинного внутриглазного давления на 5,75 мм рт.ст., коэффициент легкости оттока ВГЖ увеличился на 0,05, секреция внутриглазной жидкости изменилась незначительно и составила в среднем $1,49 \pm 0,12$ мм³/мин. При этом наибольшее снижение величины (P_0) и улучшение коэффициента легкости оттока ВГЖ наблюдалось через 6 месяцев, значения составили в среднем (18,15 мм рт.ст. и $0,24$ мм³/мин/мм рт.ст.).

Коэффициент Беккера после СЛТ постепенно снизился с $179,4 \pm 16,3$ от исходного и к 6 месяцам составил $75,39 \pm 3,4$. В отдаленные сроки наблюдения его значения были в пределах нормы.

Через 1 год после операции удалось снизить исходный уровень внутриглазного давления на 6,09 мм рт.ст. (на 25,14%). Снижение офтальмотонуса через 1 год после СЛТ произошло за счет увеличения оттока внутриглазной жидкости на 84,6%. Показатель секреции внутриглазной жидкости спустя 1 год после операции увеличился на 18,7% (Таблица 14 . Рисунок 13).

Таблица 14 – Динамика тонографических показателей при начальной стадии ПОУГ после проведения СЛТ

Показатели	P_0 , мм рт.ст.	C , мм ³ /мин/ мм рт.ст.	F , мм ³ /мин	P_0/C
До лечения	24,33±2,10	0,13±0,02	1,48±0,22	179,4±16,3
1 месяц	18,54±1,65*	0,19±0,02*	1,62±0,15	97,57±10,7*
3 месяца	18,36±1,54*	0,21±0,03*	1,65±0,17	87,42±4,2*
6 месяцев	18,15±1,41*	0,24±0,04*	1,86±0,18	75,39±3,4*
1 год	18,24±1,39*	0,22±0,04*	1,76±0,12	83,23±5,3*
2 года	18,68±1,29*	0,21±0,02*	1,70±0,14	89,42±5,9*

Примечание: * достоверность различий по сравнению с данными до операции <0,05.

Гидродинамические показатели при **развитой стадии** ПОУГ перед СЛТ были следующими: P_0 – 25,59±2,38 мм рт.ст., коэффициент легкости оттока ВГЖ снижен в среднем до 0,08±0,03 мм³/мин/мм рт.ст., продукция внутриглазной жидкости в целом была также снижена до 1,21±0,15 мм³/мин.

Селективное лазерное вмешательство при развитой стадии ПОУГ привело к улучшению показателей гидродинамики глаза. Через 1 месяц отмечено снижение истинного внутриглазного давления на 6,02 мм рт.ст., коэффициент легкости оттока ВГЖ увеличился на 0,10, секреция внутриглазной жидкости незначительно увеличилась на 19,1%. При этом наибольшее снижение (P_0) и улучшение легкости оттока ВГЖ наблюдалось через 6 месяцев после операции, значения составили в среднем 18,15 мм рт.ст. и 0,24 мм³/мин/мм рт.ст. соответственно.

Коэффициент Беккера после СЛТ постепенно снизился с 310,1±19,4 от исходного и к 6 месяцам составил 89,65±8,7 (Таблица 15 . Рисунок 14).

Таблица 15 – Динамика тонографических показателей при развитой стадии ПОУГ после проведения СЛТ

Показатели	Po, мм рт.ст.	C, мм ³ /мин/ мм рт.ст.	F, мм ³ /мин	Po/C
До лечения	25,59±2,38	0,08±0,02	1,21±0,19	310,1±19,4
1 месяц	19,57±1,78*	0,18±0,03*	1,44±0,16	10,33±10,4*
3 месяца	19,42±1,57*	0,19±0,02*	1,65±0,14	98,36±5,8*
6 месяцев	19,13±1,48*	0,20±0,04*	1,82±0,18	89,65±8,7*
1 год	19,47±1,36*	0,19±0,04*	1,73±0,17	95,31±7,6*
2 года	19,75±1,143*	0,18±0,04*	1,69±0,12	101,15±7,6*

Примечание: *достоверность различий по сравнению с данными до операции < 0,05.

Через 1 год после операции удалось снизить исходный уровень внутриглазного давления на 6,12 мм рт.ст. (на 23,95%). Снижение офтальмотонуса через 1 год после СЛТ происходило за счет увеличения оттока внутриглазной жидкости в 2 раза. Показатель секреции внутриглазной жидкости спустя 1 год после операции увеличился на 39,4%.

3.2.3. Состояние полей зрения после селективной лазерной трабекулопластики у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой

Динамика порога световой чувствительности после проведения СЛТ представлена в Таблице 16. Через 1 месяц после оперативного вмешательства наблюдается небольшое повышение порога световой чувствительности. У пациентов с развитой стадией глаукомы отмечается большее снижение порога световой чувствительности, чем в группах с начальной стадией. В

дальнейшем со стабилизацией ВГД отмечается повышение световой чувствительности, однако к 12 месяцам наблюдения порог световой чувствительности снижается, доходя до предоперационного.

Таблица 16 – Динамика суммы пороговых значений световой чувствительности (в дБ) по квадрантам после проведения СЛТ при открытоугольной глаукоме

Период исследования	Стадия глаукомы	
	начальная	развитая
До лечения	1765,9±175,2	1484,2±236,4
1 месяц	1781,4±163,1	1510,3±197,3
3 месяца	1790,4±151,8	1548,7±175,8
6 месяцев	1821,3±143,2	1498,9±155,5
1 год	1753,3±158,2	1434,9±165,5
2 года	1618,7±162,3	1380,7±178,4

3.2.4. Динамика остроты зрения после селективной лазерной трабекулопластики у пациентов с открытоугольной глаукомой

Изменения остроты зрения в группе пациентов с открытоугольной глаукомой, которым выполнялась СЛТ, представлены в Таблице 17. Исходная острота зрения в группе с начальной стадией глаукомы составляла $0,68 \pm 0,15$, в группе с развитой стадией – $0,62 \pm 0,21$.

Таблица 17 – Динамика остроты зрения после проведения СЛТ при открытоугольной глаукоме

Период исследования	Стадия глаукомы	
	начальная	развитая
До лечения	0,71±0,15	0,62±0,21
1 месяц	0,72±0,17	0,64±0,14
3 месяца	0,70±0,18	0,63±0,17
6 месяцев	0,69±0,12	0,62±0,18
1 год	0,68±0,15	0,61±0,13
2 года	0,67±0,22	0,59±0,19

Острота зрения при начальной и развитой стадиях глаукомы через 1 месяц наблюдения составила $0,72\pm 0,17$ и $0,64\pm 0,14$ соответственно. В дальнейшем отмечается стабилизация зрительных функций. На 3-м месяце наблюдения острота зрения была равна $0,70\pm 0,18$ и $0,63\pm 0,17$ соответственно. Более того, у 3 пациентов мы получили небольшое увеличение остроты зрения, хотя данные в среднем по группам статистически не достоверны.

К концу периода наблюдения отмечено снижение остроты зрения, по сравнению с исходной, в связи с прогрессированием катаракты. У 6 пациентов зафиксировано изменение рефракции, что вызывало жалобы на снижение зрения. Острота зрения у пациентов с начальной стадией глаукомы через 2 года после оперативного вмешательства составила $0,67\pm 0,22$, при развитой стадии заболевания – $0,59\pm 0,19$.

3.2.5. Динамика морфометрических показателей диска зрительного нерва у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой после СЛТ

В Таблице 18 представлены морфометрические показатели лазерного сканирования ДЗН и результаты, полученные после выполнения СЛТ у пациентов с начальной и развитой стадиями глаукомы.

К 12 месяцам не было отмечены статистически достоверные изменения в виде улучшения именно таких параметров как объем НРП, средняя

толщина СНВС, особенно в начальной стадии. Не обнаружены изменения в значениях объемного профиля и площади экскавации ($P > 0,05$).

Таблице 18 – Динамика морфометрических показателей ДЗН после СЛТ

Параметры	Начальная стадия		Развитая стадия	
	до	после	до	после
Объем НРП, мм ³	0,318±0,157	0,341±0,164	0,258±0,173	0,278±0,154
Площадь НРП, мм ²	1,320±0,287	1,368±0,259	1,226±0,156	1,282±0,249
Э/Д	0,386±0,135	0,383±0,147	0,433±0,148	0,431±0,138
Площадь экскавации	-0,137±0,07	-0,134±0,08	-0,121±0,09	-0,122±0,07
СНВС, мм	0,255±0,072	0,134±0,084	0,189±0,086	0,208±0,072

3.2.6. Динамика реактивного синдрома в послеоперационном периоде после селективной лазерной трабекулопластики

Клинические проявления действия лазера в ходе СЛТ на 270° и в послеоперационном периоде представлены в Таблице 19.

Периодически отмечались жалобы на чувство покалывания в глазу во время процедуры лазерного воздействия. При биомикроскопии переднего отрезка глаза после лазерного вмешательства наблюдалась смешанная инъекция глазного яблока в 20,23% случаев.

Таблица 19 – Динамика реактивного синдрома в послеоперационном периоде после СЛТ на 270°

Показатели	1-е сутки	3-и сутки	7-й день	14-й день
Гиперемии	17	4	1	-
Изменение ВГД				
>5 мм рт.ст.	14	2	1	-
<3 мм рт.ст.	27	4	2	-
Ирит	9	3	1	-
Помутнения влаги	7	-	-	-

В 8,3% случаев во влаге передней камеры обнаруживали разной степени выраженности помутнения, которые сохранялись в течение первых суток на 7 глазах. Ирит отмечен на 9 глазах, проявления которого полностью купировались к 8-10-м суткам.

В 33% случаев (27 глаз) наблюдался подъем офтальмотонуса на 3 мм рт.ст., разрешившийся на вторые сутки. Резкий скачок ВГД (более 5 мм рт.ст.) наблюдали в 14 случаях, что потребовало гипотензивной коррекции. При гониоскопии угла передней камеры отмечалась умеренная депигментация трабекулярного переплета в месте нанесения аппликата, гониосинехии не наблюдали.

3.3. Эффективность комбинированной лазерной трабекулопластики у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой при начальной и развитой стадиях

На основании персонализированного отбора в группу КЛТ был включен 71 пациент (96 глаз), из них у 15 пациентов (21 глаз) после первого этапа уровень ВГД составил $18,06 \pm 0,12$ мм рт.ст., и им не проводился второй этап лазерного лечения. Таким образом, эффективность КЛТ изучена у 61 пациента (75 глаз) с первичной открытоугольной глаукомой, из которых начальная стадия глаукомы была на 34 глазах 29 пациентов и развитая – на 41 глазу 32 пациентов.

3.3.1. Гипотензивный эффект, динамика ВГД после комбинированной лазерной трабекулопластики

Пациенты с **начальной стадией** открытоугольной глаукомы составили 45,34% (34 глаза). В анамнезе они не имели никаких лазерных и хирургических вмешательств. Острота зрения с коррекцией в этой группе была достаточно высокой – $0,76 \pm 0,18$. Состояние центрального и периферического поля зрения соответствовало начальной стадии заболевания.

При гониоскопии угол передней камеры был открыт (3-4). Пигментация угла передней камеры слабой степени (1-2) отмечена на 6 глазах (17,64%); умеренной степени (2-3) – на 16 (47,05); выраженная пигментация (3-4) – на 12 глазах (35,29%). Исходное внутриглазное давление по Гольдману было равно $25,20 \pm 1,87$ мм рт.ст., коэффициент легкости оттока – $0,12 \pm 0,04$ мм³/мин/мм рт.ст.

В послеоперационном периоде (4 недели) ВГД после комбинированной лазерной трабекулопластикой снизилось с $25,20 \pm 1,87$ до $15,91 \pm 1,42$ мм рт.ст. Через 6 месяцев после КЛТ оно составляло $15,62 \pm 1,37$ мм рт.ст.

Через 12 месяцев компенсации внутриглазного давления удалось достичь в группе с начальной стадией глаукомы в 94,11% случаев (32 глаза), средний уровень ВГД составил $15,83 \pm 1,26$ мм рт.ст.

В этих пределах офтальмотонус сохранялся в течение 1,5 лет, имея незначительную тенденцию к повышению до $16,14 \pm 1,48$ мм рт.ст. ко второму году Таблица 20.

Таблица 20 – Динамика внутриглазного давления после проведения КЛТ при начальной стадии глаукомы

Сроки наблюдения	Средний уровень ВГД, мм рт.ст.
До лечения	$25,20 \pm 1,87$
1 неделю	$16,55 \pm 1,31^*$
1 месяц	$15,91 \pm 1,42^*$
3 месяца	$15,62 \pm 1,55^*$
6 месяцев	$15,62 \pm 1,37^*$
1 год	$15,83 \pm 1,26^*$
2 года	$16,14 \pm 1,48^*$

Примечание: * достоверность различий по сравнению с данными до операции $<0,05$.

Дальнейшее динамическое наблюдение выявило постепенное снижение числа успешных результатов лечения до 30 случаев (88,23%) в сроки 24 месяца и более. ВГД не компенсировалось лишь на 4 глазах (11,76%).

Развитая стадия открытоугольной глаукомы была диагностирована в 54,66% случаев (41 глаз). В анамнезе пациенты не имели никаких лазерных и хирургических вмешательств. Острота зрения с коррекцией у пациентов этой группы была также достаточно высокой – $0,74 \pm 0,22$. Состояние центрального и периферического поля зрения соответствовало развитой стадии заболевания.

При гониоскопии угол передней камеры был открыт (3-4). Слабая степень пигментации угла передней (1-2) отмечена на 9 глазах (21,19%);

умеренная степень пигментации (2-3) – на 18 (43,90%), выраженная пигментация (3-4) – на 14 глазах (34,14%). Исходное внутриглазное давление по Гольдману было равно $26,30 \pm 2,19$ мм рт.ст., коэффициент легкости оттока – $0,08 \pm 0,03$ мм³/мин/мм рт.ст.

В послеоперационном периоде (4 недели) ВГД при развитой стадии ПОУГ после комбинированной лазерной трабекулопластики снизилось с $26,30 \pm 2,19$ до $17,12 \pm 1,82$ мм рт.ст. (Таблица 21).

Таблица 21 – Динамика внутриглазного давления после проведения КЛТ при развитой стадии глаукомы n 41

Сроки наблюдения	Средний уровень ВГД, мм рт.ст.
До лечения	$26,30 \pm 2,19$
1 неделю	$17,68 \pm 1,47^*$
1 месяц	$17,12 \pm 1,82^*$
3 месяца	$16,92 \pm 1,73^*$
6 месяцев	$16,63 \pm 1,29^*$
1 год	$16,99 \pm 1,66^*$
2 года	$17,36 \pm 1,25^*$

Примечание: *достоверность различий по сравнению с данными до операции $<0,05$.

Через 6 месяцев после КЛТ величина ВГД составила $16,63 \pm 1,29$ мм рт.ст. Через 12 месяцев компенсацию внутриглазного давления удалось достичь в группе КЛТ при развитой стадии глаукомы в 90,42% случаев (37 глаз). Средний уровень ВГД составил $16,99 \pm 1,66$ мм рт.ст. В этих пределах оно сохранялось в течение 1,5 лет, также имея незначительную тенденцию к повышению до $17,36 \pm 1,25$ мм рт.ст. ко второму году.

Дальнейшее динамическое наблюдение выявило постепенное снижение числа успешных результатов лечения до 35 случаев (85,36%) в сроки 24 месяца и более. ВГД не компенсировалось на 6 глазах (14,74%) (Рисунок 11).

3.3.2. Динамика тонографических показателей после проведения комбинированной лазерной трабекулопластики

Гидродинамические показатели при **начальной стадии** глаукомы перед проведением КЛТ были следующими: P_0 было равно $24,69 \pm 2,17$ мм рт.ст., коэффициент легкости оттока снижен в среднем до $0,12 \pm 0,03$ мм³/мин/мм рт.ст., продукция внутриглазной жидкости в целом была снижена до $1,56 \pm 0,16$ мм³/мин.

Комбинированная лазерная трабекулопластика в начальной стадии ПОУГ способствовала улучшению показателей гидродинамики глаза. Через 1 месяц отмечено снижение исходного уровня истинного внутриглазного давления на 9,1 мм рт.ст., коэффициент легкости оттока внутриглазной жидкости увеличился на 0,14 мм³/мин/мм рт.ст., секреция внутриглазной жидкости незначительно изменилась и составила в среднем $1,68 \pm 0,19$ мм³/мин.

При этом наибольшее снижение величины (P_0) и улучшение коэффициента легкости оттока наблюдалось через 6 месяцев, значения составили в среднем 15,32 мм рт.ст. и 0,32 мм³/мин/мм рт.ст. соответственно.

Коэффициент Беккера после КЛТ постепенно снизился с $205,7 \pm 15,26$ до $47,87 \pm 10,7$ к 6 месяцам. В отдаленные сроки наблюдения его значения были в пределах нормы.

Через 1 год после операции внутриглазное давление снизилось на 9,17 мм рт.ст. (37,14%), показатель секреции внутриглазной жидкости увеличился на 13,6%. Снижение офтальмотонуса через 1 год после КЛТ произошло за счет увеличения оттока внутриглазной жидкости в 2,5 раза (Таблица 22 . Рисунок 13).

Таблица 22 – Динамика тонографических показателей при начальной стадии глаукомы после проведения КЛТ

Показатели	P_0 , мм рт.ст.	C , мм ³ /мин/ мм рт.ст.	F , мм ³ /мин	P_0/C
До лечения	24,69±2,17	0,12±0,04	1,56±0,16	205,7±15,2
1 месяц	15,59±1,41*	0,26±0,04*	1,68±0,19	60,15±9,4*
3 месяца	15,46±1,62*	0,30±0,05*	1,78±0,21	53,64±8,6*
6 месяцев	15,32±1,18*	0,32±0,04*	1,84±0,18	47,87±10,7*
1 год	15,53±1,135*	0,31±0,04*	1,77±0,15	48,51±11,2*
2 года	15,81±1,29*	0,30±0,03*	1,75±0,13	52,83±11,2*

Примечание: * достоверность различий по сравнению с данными до операции < 0,05.

Полученные результаты указывают на патогенетическую направленность КЛТ при первичной открытоугольной глаукоме и прогнозируемое повышение эффективности комбинированного вмешательства.

Гидродинамические показатели у пациентов с **развитой стадией** заболевания перед КЛТ были следующими: истинное P_0 равно 26,30 2,23 мм рт.ст., коэффициент легкости оттока ВГЖ снижен в среднем до 0,08±0,03 мм³/мин/мм.рт.ст., продукция внутриглазной жидкости в целом была снижена до 1,27±0,18 мм³/мин.

Комбинированная лазерная трабекулопластика при развитой стадии глаукомы способствовала улучшению показателей гидродинамики глаза, при этом через 1 месяц после операции отмечено снижение исходного уровня истинного внутриглазного давления на 8,97 мм рт.ст. Коэффициент легкости оттока внутриглазной жидкости увеличился на 0,12 мм³/мин/мм рт.ст.;

секреция внутриглазной жидкости изменилась незначительно и составила в среднем $1,45 \pm 0,16$ мм³/мин.

Таблица 23 – Динамика тонографических показателей при развитой стадии глаукомы после проведения КЛТ

Показатели	Po, мм рт.ст.	C, мм ³ /мин/ мм рт.ст	F, мм ³ /мин	Po/C
До лечения	26,30±2,23	0,08±0,03	1,27±0,18	319,8±23,3
1 месяц	16,82±1,57*	0,20±0,03*	1,45±0,14	84,53±6,4*
3 месяца	16,58±1,135*	0,23±0,04*	1,51±0,17	72,86±7,1*
6 месяцев	16,29±1,44*	0,26±0,03*	1,79±0,16	60,25±4,5*
1 год	16,65±1,37*	0,24±0,04*	1,67±0,19	67,75±3,9*
2 года	17,11±1,42*	0,22±0,03*	1,64±0,14	78,46±3,9*

Примечание: * достоверность различий по сравнению с данными до операции < 0,05.

При этом наибольшее снижение (Po) и улучшение коэффициента легкости оттока наблюдалось к 6-му месяцу после операции, значения составили в среднем 16,29 мм рт.ст. и 0,26 мм³/мин/мм рт.ст. соответственно. Коэффициент Беккера после КЛТ значительно снизился с 319,8±23,3 и к 6-му месяцу составил 60,25±4,51. В отдаленные сроки наблюдения его значения были в пределах нормы.

Через 1 год после операции уровень внутриглазного давления снизился на 9,13 мм рт.ст. (на 34,67%). Отток внутриглазной жидкости увеличился в 3 раза. Показатель секреции внутриглазной жидкости спустя 1 год после операции улучшился на 31,2% (Таблица 23 . Рисунок 14).

3.3.3. Состояние полей зрения после комбинированной лазерной трабекулопластики у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой

У пациентов как в начальной, так и развитой стадиях заболевания отмечается снижение суммы порогового значения световой чувствительности, что связано с некомпенсированным офтальмотонусом. Таблица 24 характеризует изменения суммы пороговых значений световой чувствительности после комбинированной лазерной трабекулопластики при первичной открытоугольной глаукоме

Таблица 24 – Динамика суммы пороговых значений световой чувствительности (в дБ) по квадрантам после проведения КЛТ при открытоугольной глаукоме

Период исследования	Стадия глаукомы	
	начальная	развитая
До лечения	1843,7±177,4	1582,3±241,5
1 месяц	1961,3±169,7	1642,6±187,3
3 месяца	1984,6±143,8	1792,3±163,7
6 месяцев	1997,6±154,9	1763,5±168,9
1 год	1972,9±162,4	1694,5±155,4
2 года	1957,9±146,3	1654,5±166,7

В сроки от 1 до 24 месяцев после операции наблюдается небольшое повышение порогового значения, что обусловлено стабилизацией ВГД. В связи с этим средние значения порога световой чувствительности в эти сроки несколько повышаются.

В целом у больных открытоугольной глаукомой, которым была проведена КЛТ, сумма пороговых значений световой чувствительности по квадрантам к концу годичного периода наблюдения увеличилась с 1843,7±164,2 до 1957,9±176,4 дБ при начальной стадии, с 1582,3±241 до 1654,5±176,9 дБ – при развитой стадии заболевания

3.3.4. Динамика остроты зрения после комбинированной лазерной трабекулопластики у пациентов с открытоугольной глаукомой

Динамика остроты зрения в группе пациентов, которым в качестве оперативного лечения была проведена КЛТ, отражена в Таблице 25. В данной группе с начальной стадией ПОУГ было 29 пациентов (34 глаза), с развитой – 32 пациента (41 глаз).

До операции острота зрения в группе с начальной стадией глаукомы составляла $0,76 \pm 0,18$, с развитой стадией – $0,74 \pm 0,20$.

Таблица 25 – Динамика остроты зрения после КЛТ при открытоугольной глаукоме

Период исследования	Стадия глаукомы	
	начальная	развитая
До лечения	$0,76 \pm 0,18$	$0,74 \pm 0,20$
1 месяц	$0,78 \pm 0,15$	$0,76 \pm 0,14$
3 месяца	$0,77 \pm 0,18$	$0,75 \pm 0,17$
6 месяцев	$0,76 \pm 0,16$	$0,74 \pm 0,15$
1 год	$0,74 \pm 0,15$	$0,72 \pm 0,19$
2 года	$0,74 \pm 0,17$	$0,71 \pm 0,16$

В группе после КЛТ отмечено улучшение зрительных функций уже в первый месяц после операции. Так, к концу первого месяца после операции острота зрения при начальной и развитой стадиях глаукомы составила $0,78 \pm 0,15$ и $0,76 \pm 0,14$ соответственно. Данный эффект мы объясняем стабилизацией ВГД сразу после оперативного воздействия. За наблюдаемые сроки острота зрения варьировала от 0,2 до 1,0 без коррекции из-за большого разброса возрастных категорий пациентов. К 18 месяцам зафиксировано снижение остроты зрения на 0,1-0,2 на 4 глазах, связанное с возрастной катаракты и дистрофическими изменениями в центральной зоне сетчатки. Повышение остроты зрения на 0,10-0,15 отмечено у 5 человек.

В дальнейшем, в сроки 3, 6 и 12 месяцев статистически достоверных сдвигов зрительных функций не происходило. К 12 месяцам после оперативного вмешательства острота зрения имела небольшую тенденцию к снижению. В целом, зрительные функции оказались стабильными в 68 из 75 случаев (90,7%). Среднее значение остроты зрения у пациентов с открытоугольной глаукомой, которым проводилась комбинированная лазерная трабекулопластика, к концу периода наблюдения имело небольшую тенденцию к снижению и составило $0,73 \pm 0,16$ в отличие от исходного показателя равного $0,75 \pm 0,19$.

3.3.5. Динамика морфометрических показателей диска зрительного нерва у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой после КЛТ

Значения морфометрических показателей лазерного сканирования ДЗН до и после выполнения КЛТ, представлены в Таблице 26.

В начальной и развитой стадиях глаукомы к 12 месяцам не было отмечены статистически достоверные изменения ($P < 0,05$). Улучшения были выявлены в следующих параметрах: объем НРП, средняя толщина СНВС особенно у пациентов с начальной стадии. В таких показателях, как объемный профиль и площадь экскавации существенных изменений не отмечено и оставались стабильными до конца срока наблюдения ($P > 0,05$).

Таблице 26 – Динамика морфометрических показателей ДЗН у пациентов с ПОУГ после КЛТ

Параметры	Начальная стадия		Развитая стадия	
	до	после	до	после
Объем НРП, мм ³	0,321±0,152	0,357±0,148	0,261±0,143	0,297±0,136
Площадь НРП, мм ²	1,328±0,334	1,397±0,274	1,214±0,242	1,289±0,194
Э/Д	0,378±0,146	0,376±0,137	0,429±0,177	0,427±0,169
Площадь эскавации	-0,138±0,08	-0,136±0,09	-0,119±0,09	0,122±0,07
СНВС, мм	0,218±0,083	0,239±0,072	0,192±0,078	0,215±0,064

3.3.6. Динамика реактивного синдрома в послеоперационном периоде после комбинированной лазерной трабекулопластики

Через 4 недели при стихании реактивных проявлений после проведения ДЛТ этим пациентам на 75 глазах был выполнен второй этап операции – СЛТ на 270°. Прогнозировалось, что вторая операция приведет к стабильному снижению офтальмотонуса.

Пациенты отмечали слабо выраженные болевые ощущения. В первые сутки наблюдалась умеренно выраженная цилиарная инъекция в зоне проведения операции в 18,7% случаев (14 глаз), которая постепенно, на вторые или третьи сутки, превращалась в смешанную инъекцию. Встречались незначительные изменения прозрачности влаги передней камеры в 6,6% случаев. Нарушения прозрачности в виде точечных и ограниченных субэпителиальных помутнений, локального отека эпителия роговицы не наблюдалось. Динамика реактивного синдрома показана в Таблице 27.

Таблица 27 – Динамика реактивного синдрома в послеоперационном периоде после КЛТ на 270°

Показатели	1-е сутки	3-и сутки	7-й денье	14-й день
Гиперемии	14	4	1	-
Изменение ВГД				
>5 мм рт.ст.	9	2	1	-
<3 мм рт.ст.	22	4	2	-
Ирит	8	3	1	-
Помутнения влаги	5	-	-	-

Умеренный реактивный подъем офтальмотонуса до 3 мм рт.ст. развивался в первые 24 часа и в большинстве случаев исчез в течение первых суток в 29,3% случаев (22 глаза). Реактивная гипертензия (более 5 мм рт.ст.) наблюдалась в 12% случаев (9 глаз), которая развилась в первые часы после операции, но она была слабее, чем после первого этапа. Умеренно выраженный ирит отмечен на 8 глазах, полностью купированный к 8-10-м суткам.

При гониоскопии угла передней камеры отмечалось нежное побледнение ткани и уменьшение пигментации. Наблюдались максимальное очищение и депигментация переплета трабекул. Гониосинехий не выявлено.

3.3.7. Изменения гипотензивного режима после диодной, селективной и комбинированной лазерной трабекулопластики

Одним из значимых факторов, определяющих эффективность операции, является количество гипотензивных препаратов, используемых пациентами в послеоперационном периоде. Если до операции количество препаратов было приблизительно одинаково ($2,5 \pm 0,05$), то в

послеоперационном периоде их количество существенно отличалось в зависимости от вида оперативного вмешательства.

Меньше всего потребность в назначении гипотензивных препаратов была у пациентов, которым проводили КЛТ – $1,45 \pm 0,05$ в первые 3-6 месяцев периода наблюдения и $1,52 \pm 0,02$ – при сроках наблюдения 12 и 24 месяца.

Меньший гипотензивный эффект был получен при ДЛТ и СЛТ: в первые 3-6 месяцев после операции количество препаратов в среднем по 1-й и 2-й группам составило $1,73 \pm 0,12$, через 12 месяцев – уже $1,8 \pm 0,08$, а к концу периода наблюдения – $1,9 \pm 0,16$ (Рисунок 5).

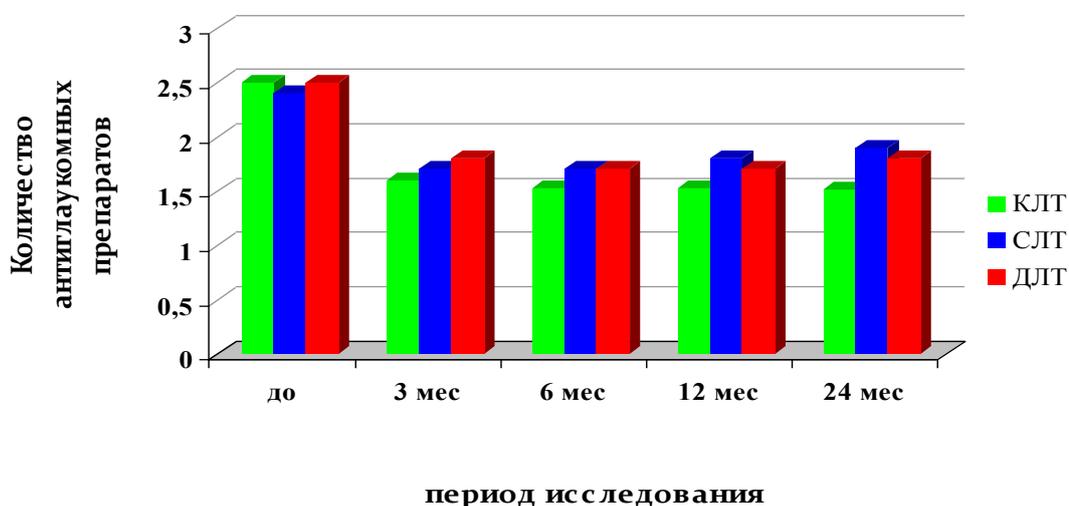


Рисунок 5 – Количество антиглаукомных препаратов после лазерных вмешательств

Далее приведен клинический пример лечения пациентов по разработанной технологии.

Клинический пример

Пациентка Р., 62 года, поступила в офтальмологическое отделение ГКБ № 15 г. Москвы, с диагнозом открытоугольная П^b глаукома левого глаза. Из анамнеза известно, что диагноз глаукома поставлен год назад.

При осмотре:

Vis OS = 0,2 с sph -1,5 D = 1,0

На режиме 0,5% раствора Аруtimoла (х 2 раза в день + Ксалатан х 1 раз в день) ВГД оставалось повышенным – 28 мм рт.ст.

Коэффициент легкости оттока равнялся $0,10 \pm 0,02$ мм³/мин/мм рт.ст., минутная продукция ВГЖ – $0,9 \pm 0,2$ мм³/мин.

На левом глазу проведена диодная лазерная трабекулопластика на 270° со следующими параметрами излучения: длина волны – 532 нм, мощность – 400 мВт, экспозиция – 0,20 сек, диаметр пятна – 50 мкм, количество коагулятов – 70.

При осмотре через 1 день после ДЛТ:

Vis OS = 0,2 с sph -1,5 D = 1,0,

ВГД = 25 мм рт.ст.

OS – умеренно выраженная смешанная инъекция глазного яблока, при биомикроскопии: роговица прозрачная, влага передней камеры прозрачная, хрусталик прозрачный, ДЗН бледный, розовый, с чёткими границами, Э/Д = 0,7, ангиосклероз.

При осмотре через 1 месяц после ДЛТ:

Vis OS = 0,2 с sph -1,5 D = 1,0,

ВГД = 23 мм рт.ст.,

C = $0,21 \pm 0,04$ мм³/мин/мм рт.ст.,

F = $1,63 \pm 0,2$ мм³/мин.

Глаз спокоен, роговица прозрачная, радужка спокойная, хрусталик прозрачный. При гониоскопии угла передней камеры отмечалось умеренно равномерное побледнение переплета трабекулы в месте нанесения аппликата.

В связи с недостаточным гипотензивным эффектом после ДЛТ и уже минимальными проявлениями реактивного синдрома, проводился второй этап – лазерная операция селективная лазерная трабекулопластика с параметрами излучения: длина волны – 532 нм, мощность – 1,0 мДж, экспозиция – 3 нсек, диаметр лазерного пятна – 400 мкм, количество аппликаций – 70.

При осмотре через 1 день после СЛТ: ВГД = 18 мм рт.ст.

Имелась локальная цилиарная инъекция, которая уменьшилась через 2 дня. Роговица и влага передней камеры прозрачные, радужка спокойная.

При осмотре через 1 месяц после СЛТ:

Vis OS = 0,2 с sph -1,5D = 1,0,

ВГД = 16 мм рт.ст.,

C = 0,33 ± 0,05 мм³/мин/мм рт.ст.,

F = 1,82±0,2 мм³/мин.

Глаз спокоен. При гониоскопии угла передней камеры отмечались умеренное побледнение и равномерная депигментация переплета трабекулы с зонами сохранного пигмента. Гониосинехии не наблюдались (Рисунок 6).

Через 2 месяца инстилляций гипотензивных препаратов были отменены.



а

б

Рисунок 6 – Фотография угла передней камеры, гониоскопия угла передней камеры: до (а) и через 2 месяца (б) после КЛТ, максимальная равномерная депигментация переплета трабекулы

При осмотре через 24 месяца:

Vis OS = 0,2 с sph -1,5 D = 1,0.

ВГД = 15,4 мм рт.ст.,

C = 0,31±0,03 мм³/мин/мм рт.ст.,

F = 1,95±0,2 мм³/мин.

Глаз спокоен, роговица и хрусталик прозрачны, ДЗН с чёткими границами, Э/Д=0,7. При проведении статической периметрии было отмечено улучшение результатов. При гониоскопии угла передней камеры отмечались умеренно равномерное побледнение и депигментация переплета трабекулы. Динамика полей зрения представлена на Рисунках 7 и 8.

Central 30-2 Threshold Test

Fixation Monitor: Gaze/Blindspot
 Fixation Target: Central
 Fixation Losses: 0/21
 False POS Errors: 7 %
 False NEG Errors: 12 %
 Test Duration: 10:13

Stimulus: Ill, White
 Background: 31.5 ASB
 Strategy: SITA-Standard

Pupil Diameter:
 Visual Acuity:
 RX: DS DC X

Date: 21.05.16
 Time: 10:05
 Age: 73

Fovea: OFF

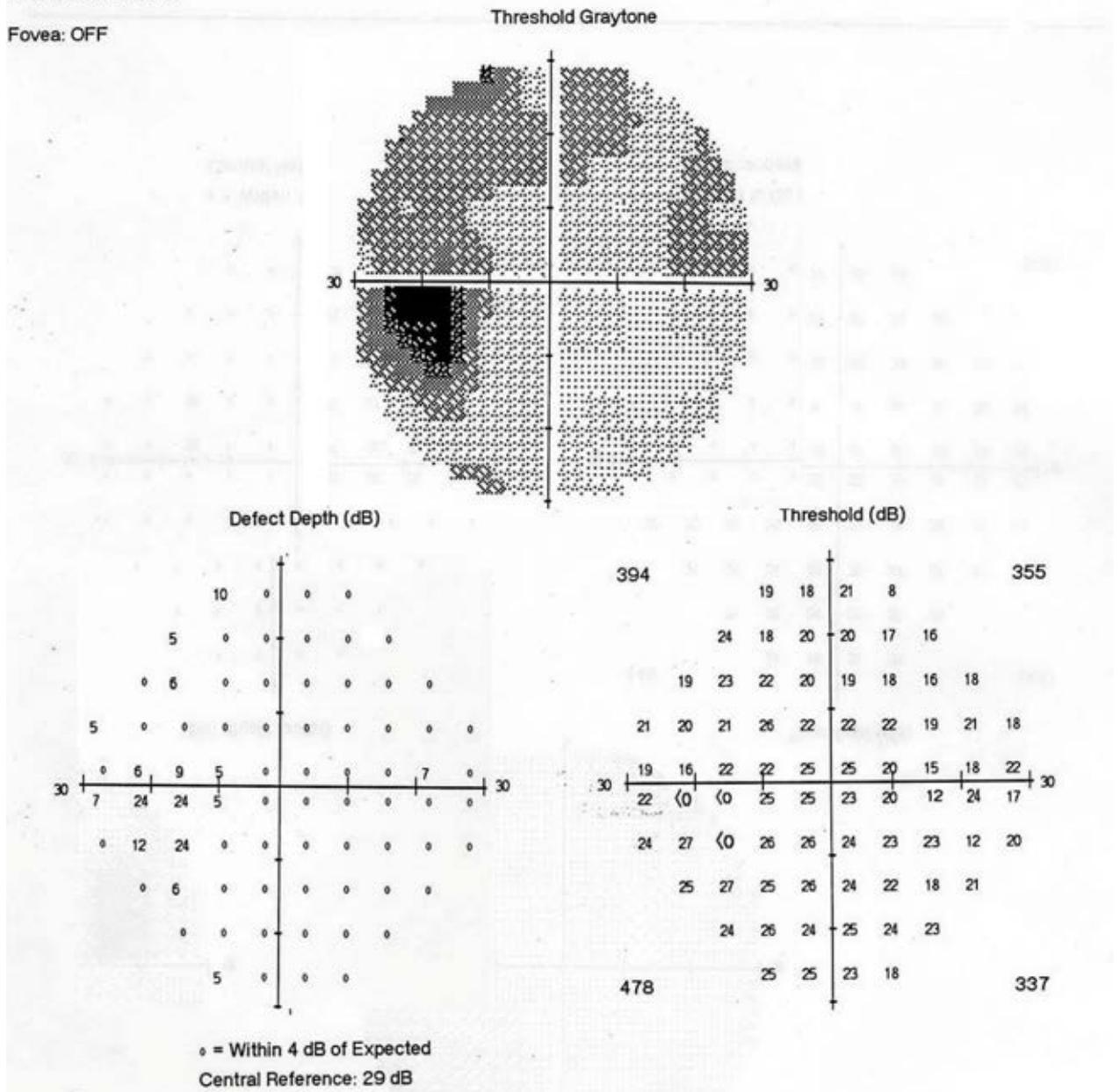


Рисунок 7 – Данные компьютерной периметрии левого глаза пациентки Р. до КЛТ: зафиксировано снижение общего уровня чувствительности и локальных дефектов поля зрения.

Central 30-2 Threshold Test

Fixation Monitor: Gaze/Blindspot
 Fixation Target: Central
 Fixation Losses: 1/18
 False POS Errors: 2 %
 False NEG Errors: 0 %
 Test Duration: 07:53

Stimulus: III, White
 Background: 31.5 ASB
 Strategy: SITA-Standard

Pupil Diameter:
 Visual Acuity:
 RX: DS DC X

Date: 07.08.18
 Time: 10:18
 Age: 73

Fovea: OFF

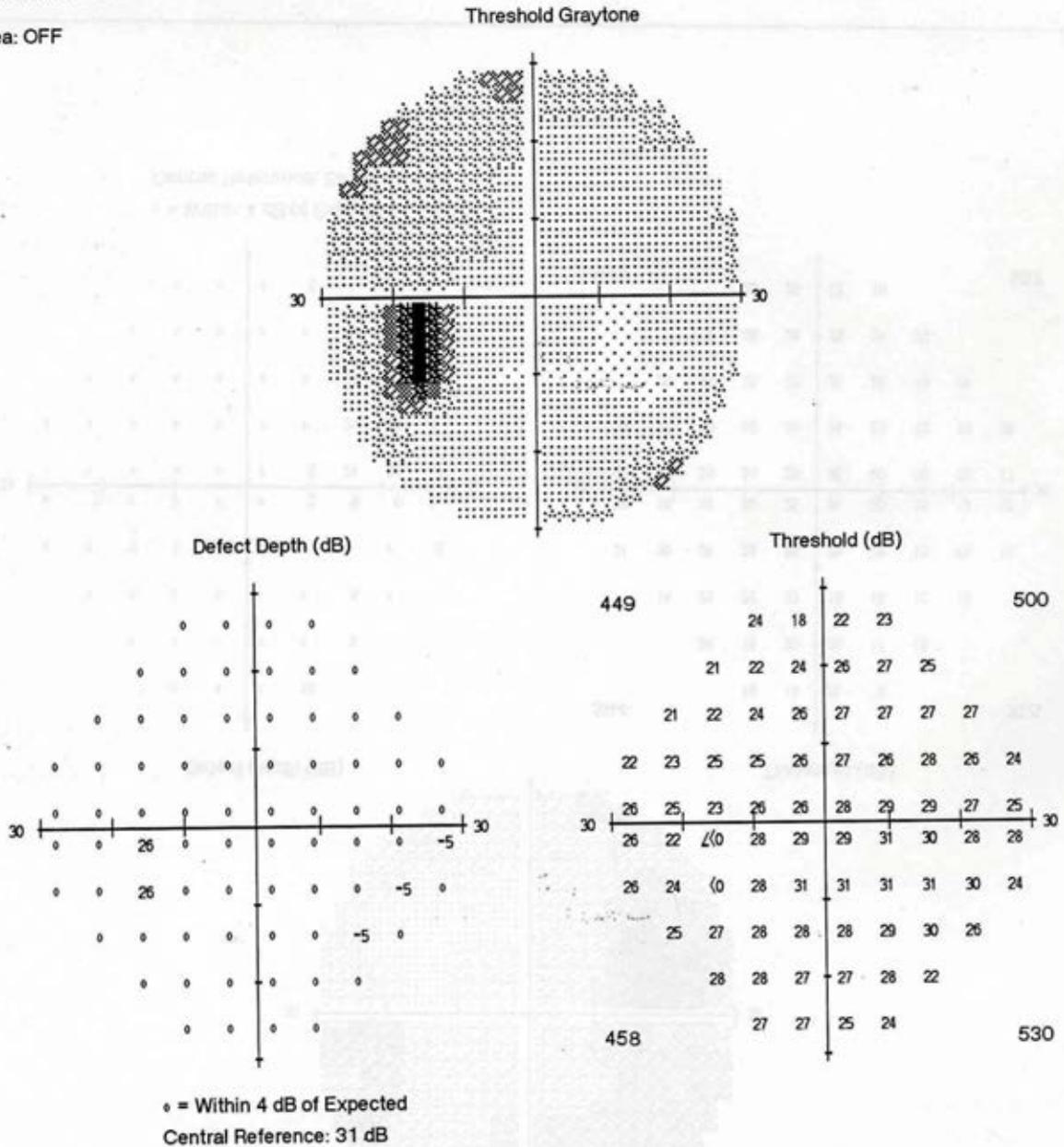


Рисунок 8 – Данные компьютерной периметрии левого глаза пациентки Р. через 24 месяца после КЛТ: зафиксировано улучшение в виде повышения суммы пороговых значений световой чувствительности и уменьшения дефектов поля зрения.

На ретинотомограмме отрицательной динамики морфометрических параметров ДЗН не наблюдалось (Рисунки 9 и 10).

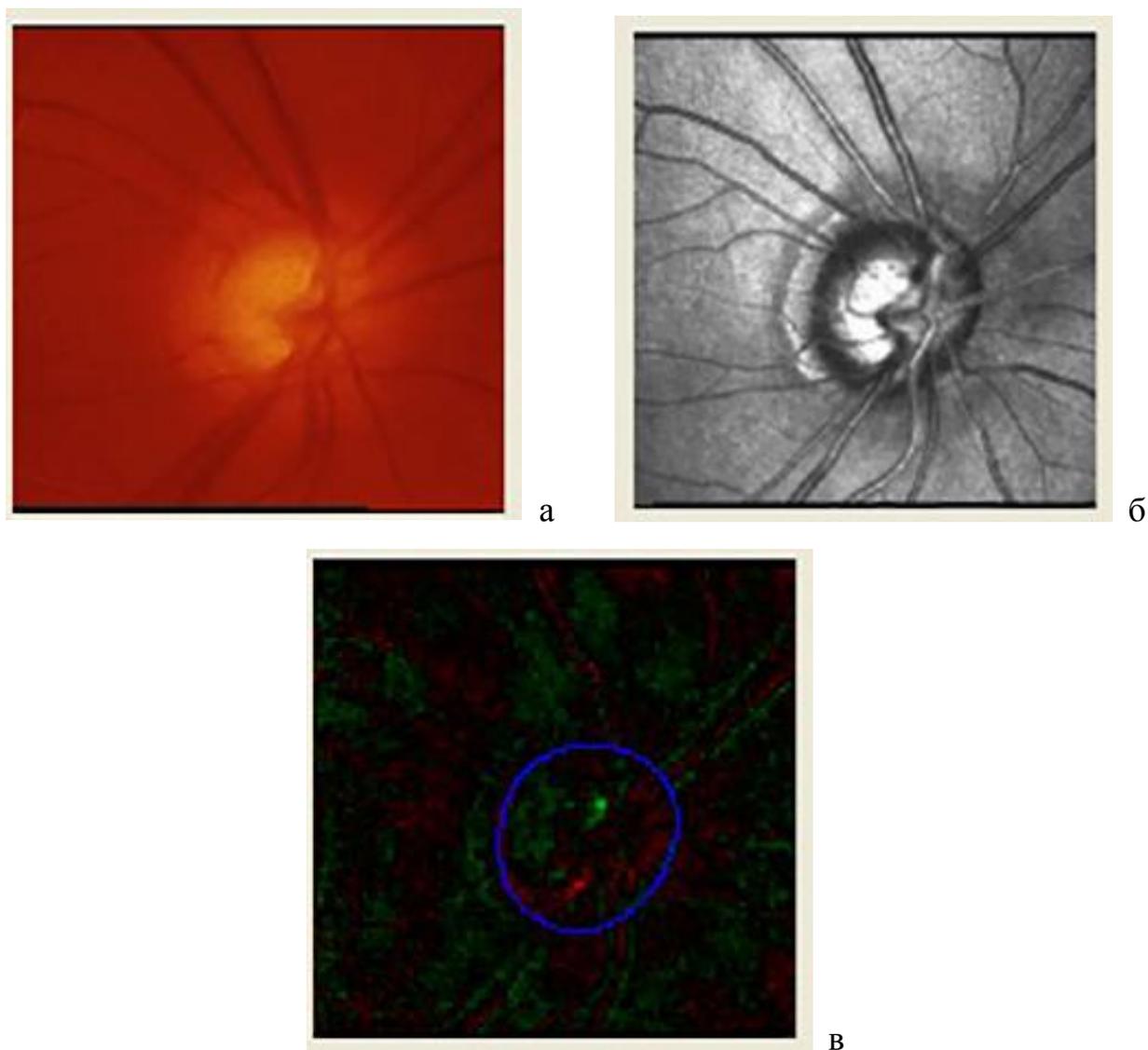


Рисунок 9. а - в – Морфометрическая картина левого глаза пациентки Р. до КЛТ (ретинотомограмма HRT-3)

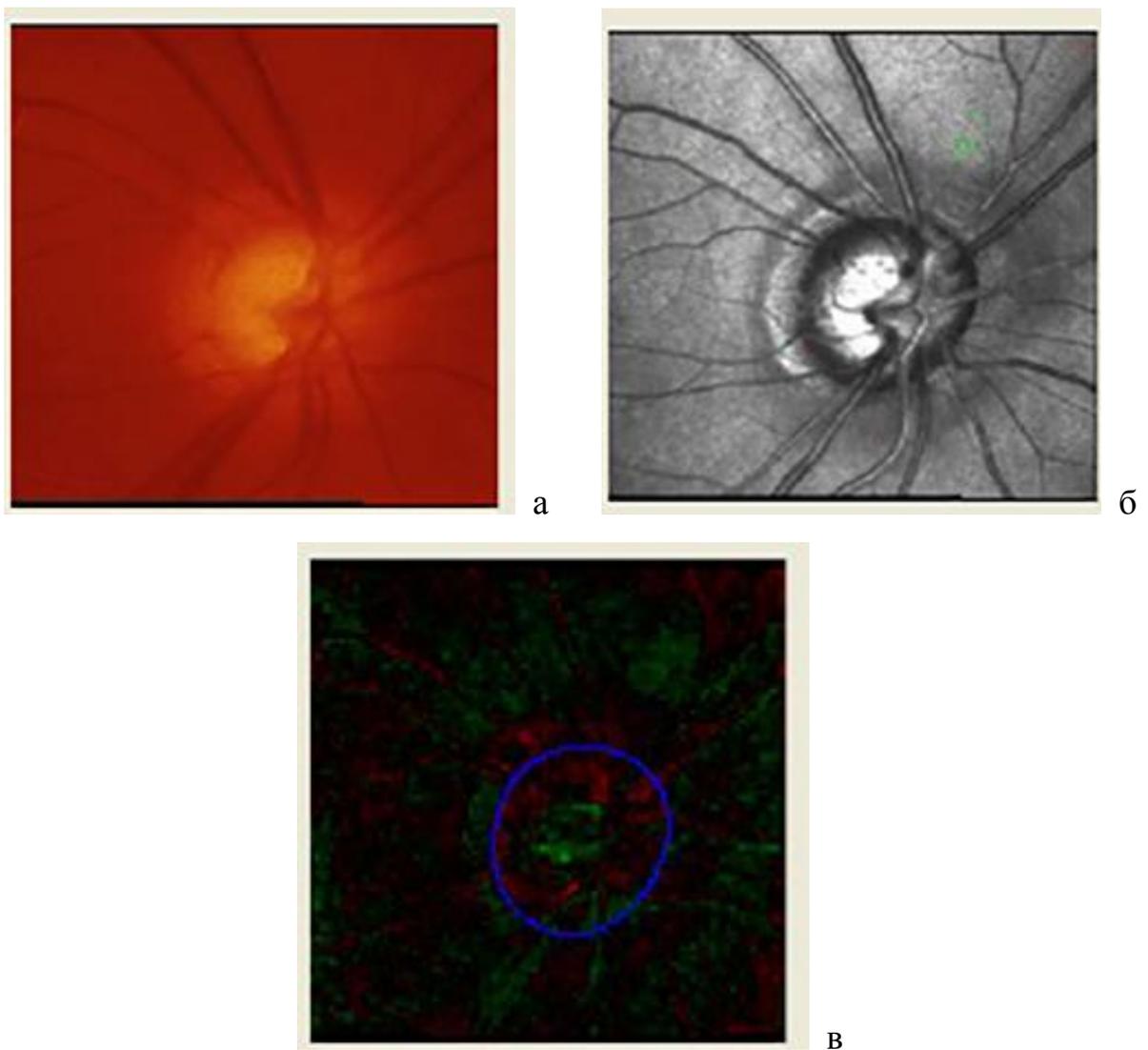


Рисунок 10. а - в – Морфометрическая стабилизация параметров ДЗН левого глаза пациентки Р. через 24 месяца после КЛТ (ретинотомограмма HRT-3)

Таким образом, эффективность оперативного лечения нами оценивалась по совокупности признаков: стабильность или улучшение зрительных функций, компенсация ВГД с учетом стадии ПОУГ.

Эффективность в первый послеоперационный месяц у пациентов с начальной стадией открытоугольной глаукомы после КЛТ составила 97%, СЛТ – 82,35% и ДЛТ – 79,16%. К концу периода исследования уровень успешности после КЛТ составил 88,23%, СЛТ – 67,44 и после ДЛТ – 66,65% (Рисунок 11). Данные изменения были статистически достоверны.

К концу периода исследования вероятность успеха для КЛТ составила 85,36%, СЛТ – 66%, ДЛТ – 62,19%. Эффективность при развитой стадии открытоугольной глаукомы представлена на Рисунке 12

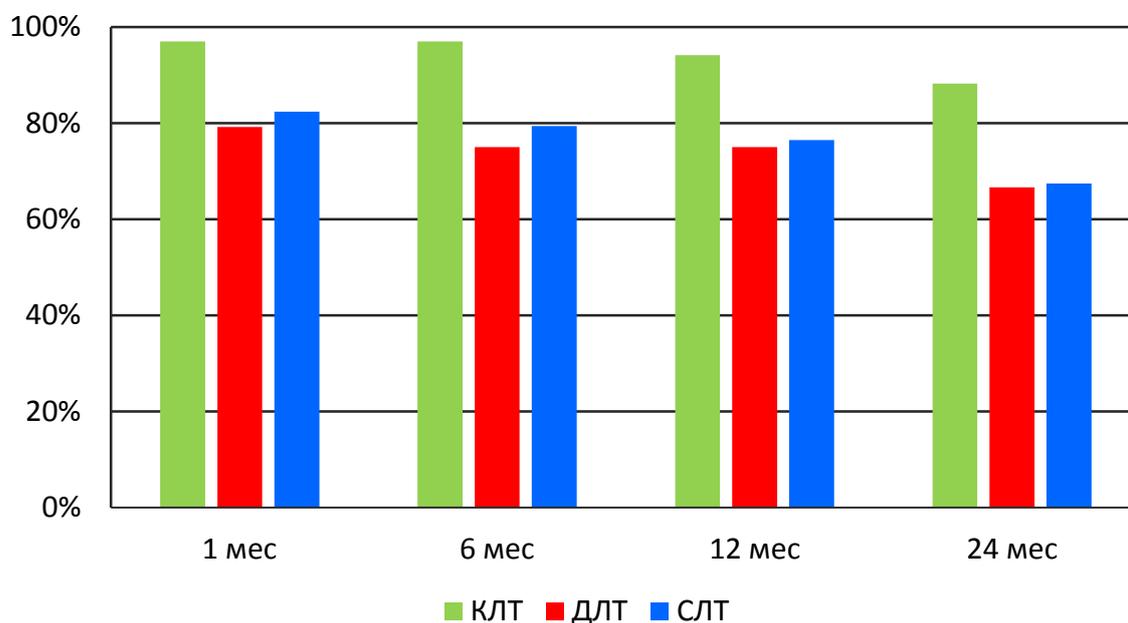


Рисунок 11 – Эффективность лазерных операций при начальной стадии открытоугольной глаукомы

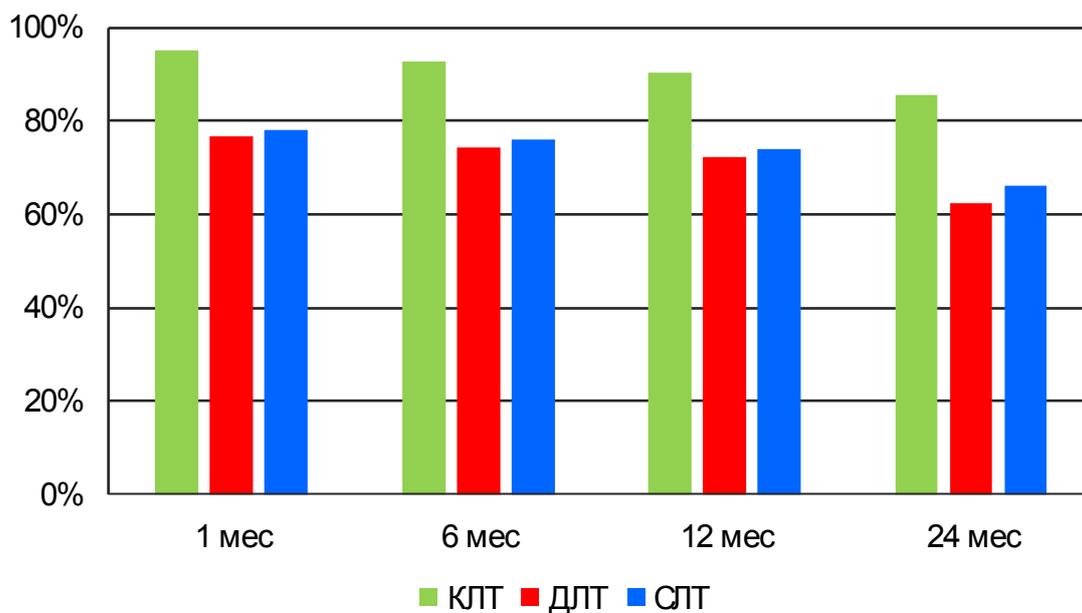


Рисунок 12 – Эффективность лазерных операций при развитой стадии открытоугольной глаукомы

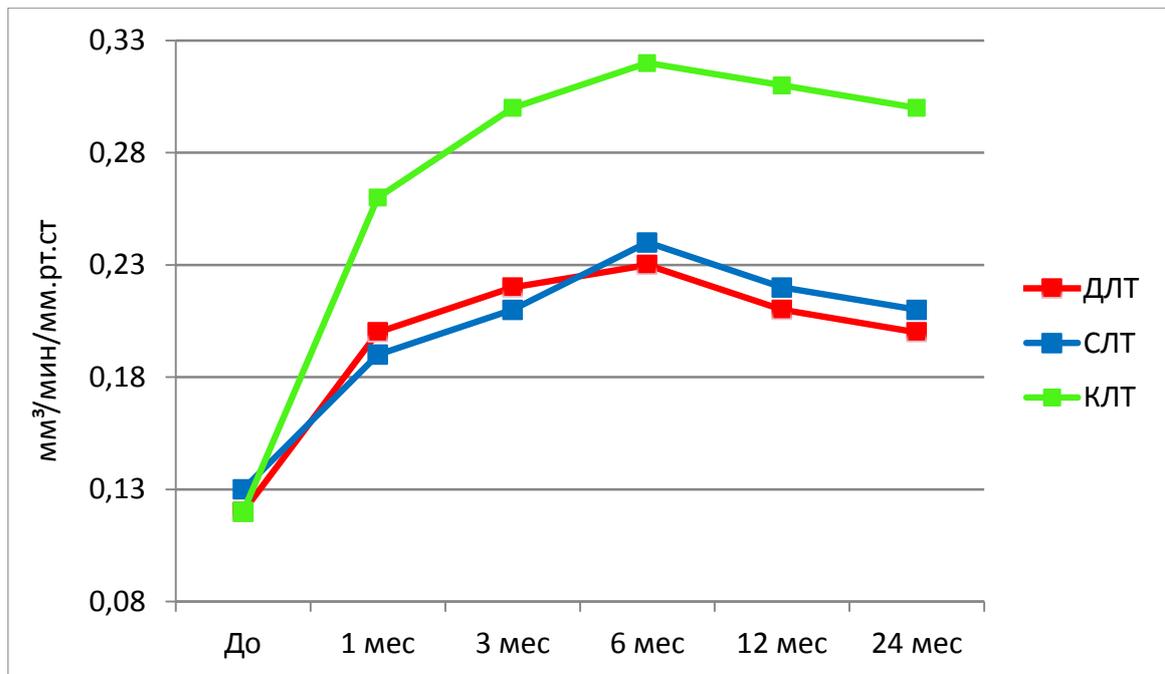


Рисунок 13 – Изменения коэффициента легкости оттока внутриглазной жидкости у пациентов с начальной стадией ПОУГ

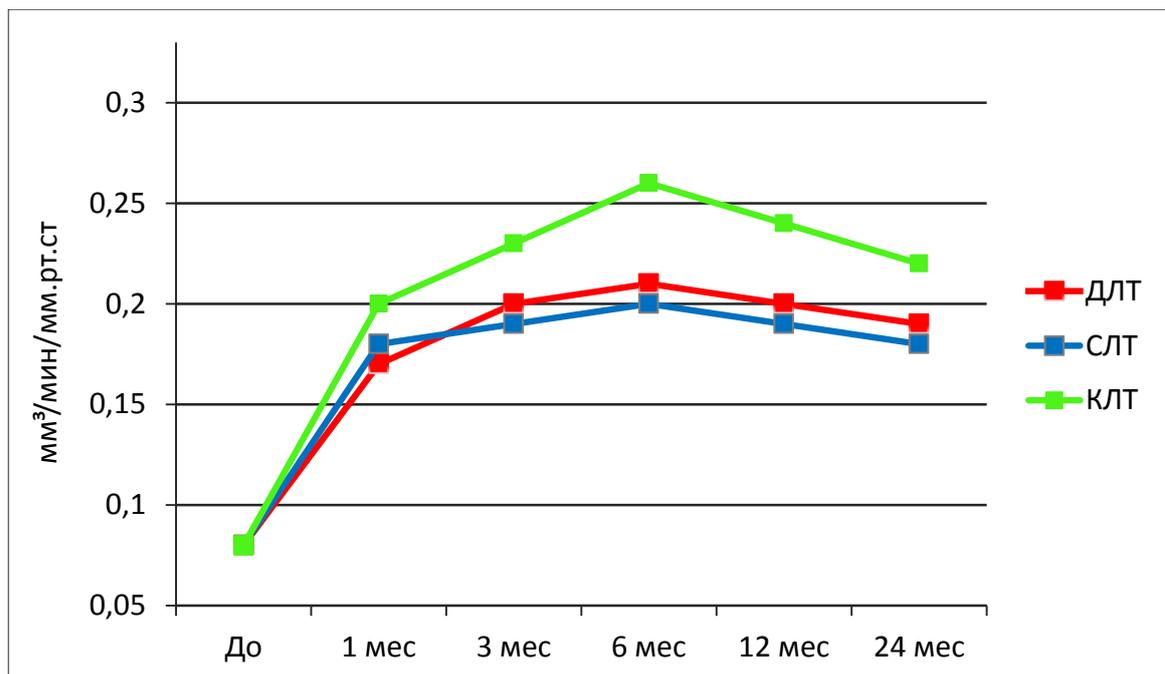


Рисунок 14 – Изменения коэффициента легкости оттока внутриглазной жидкости у пациентов с развитой стадией ПОУГ

Полученные данные позволяют рекомендовать КЛТ при первичной открытоугольной глаукоме. Наиболее эффективна комбинированная лазерная трабекулопластика при начальной стадии открытоугольной глаукомы (88,23%). Проведение двухэтапного вмешательства дает стойкий гипотензивный эффект и позволяет сократить либо отменить соответствующее медикаментозное лечение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Достижения современной офтальмологии в настоящее время предоставляют много средств, позволяющих стабилизировать офтальмотонус у пациентов с различными клиническими разновидностями глаукомы. Хирургические и лазерные методы лечения дополняются медикаментозными средствами. Однако, несмотря на ощутимый прогресс, сложности в лечении глаукомы все еще сохраняются.

Популярные в настоящее время неперфорирующие хирургические вмешательства в целом ряде случаев патогенетические оправданы, но также полностью не удовлетворяют запросы клиники. Значительно более щадящим вмешательством является лазерная хирургия, отличающаяся не только малой травматичностью, неинвазивностью, но и отсутствием катарактогенного эффекта ножевой хирургии. К сожалению, научные наблюдения также отмечают недостаточную эффективность лазерных операций. Использование местных гипотензивных препаратов, также к сожалению, не всегда позволяет достигнуть положительного эффекта при глаукоме, нормализовать внутриглазное давление. Его снижение носит, подчас, временный характер.

Таким образом, идеального метода лечения глаукомы на сегодняшний день не существует. Более того, имеется настоятельная потребность в разработке новых методов хирургического лечения первичной открытоугольной глаукомы. Этому и посвящена наша работа.

В исследование были включены 176 больных (226 глаз) с первичной открытоугольной глаукомой начальной и развитой стадий. В зависимости от типа лазерного вмешательства пациенты были разделены на следующие группы: 1-я группа – 53 пациента (67 глаз), которым проводили ДЛТ, 2-я группа – 62 пациента (84 глаза) после СЛТ, 3-я группа – 61 пациент (75 глаз) после выполнения КЛТ при открытоугольной глаукоме. Средний возраст пациентов составил 57 ± 17 лет. Срок наблюдения составил 2 года.

В главе III анализируются клинико-функциональные результаты применения КЛТ у пациентов с различными стадиями первичной открытоугольной глаукомы. В группах сравнения использовали результаты после проведения ДЛТ, а также СЛТ.

В течение периода наблюдения оценивали остроту зрения, показатели статической компьютерной периметрии Humphrey (программа Central 30-2), а именно сумму пороговых значений световой чувствительности в (дБ) по квадрантам, уровень ВГД, гидродинамические показатели (коэффициент легкости оттока внутриглазной жидкости, величина секреции внутриглазной жидкости), комплексную оценку состояния диска зрительного нерва (с помощью ретинального томографа HRT-3), реактивный синдром и его лечение.

В 1-й группе, где выполняли ДЛТ, исходное ВГД у пациентов с начальной и развитой стадиями глаукомы составляло $24,90 \pm 2,11$ и $26,18 \pm 1,72$ мм рт.ст. соответственно. К концу периода наблюдения после лечения уровень ВГД был следующим: $19,25 \pm 1,12$ мм рт.ст. у пациентов с начальной стадией и $20,28 \pm 1,17$ мм рт.ст. – в группе пациентов с развитой стадией глаукомы.

Коэффициент легкости оттока внутриглазной жидкости (ВГЖ) у пациентов с начальной и развитой стадиями первичной открытоугольной глаукомы перед ДЛТ был снижен до $0,12 \pm 0,02$ и $0,08 \pm 0,03$ мм³/мин/мм рт.ст. соответственно. Продукция внутриглазной жидкости также в целом была снижена до $1,51 \pm 0,27$ и $1,25 \pm 0,14$ мм³/мин.

Несмотря на то, что предоперационный уровень ВГД у пациентов с глаукомой различной стадии был примерно одинаков, к концу периода исследования в группе с развитой стадией отмечалось меньшее снижение ВГД, чем при начальной стадии заболевания. Это связано с более грубыми изменениями дренажной системы глаза при развитой стадии глаукомы. Таким образом, давление цели (9-21 мм рт.ст.) было достигнуто лишь в 64% случаев у лиц с первичной открытоугольной глаукомой, которым была

проведена ДЛТ. Низкая эффективность данной методики в нашей серии наблюдений отчасти связана с большой долей случаев с развитой глаукомой, включенных в исследование.

Исходное ВГД во 2-й группе пациентов с начальной и развитой стадиями глаукомы, которым провели СЛТ, составило $24,83 \pm 1,94$ и $26,12 \pm 2,31$ мм рт.ст. соответственно. Коэффициент легкости оттока ВГЖ перед СЛТ был снижен до $0,13 \pm 0,02$ и $0,08 \pm 0,02$ мм³/мин/мм рт.ст. соответственно при начальной и развитой стадиях, продукция внутриглазной жидкости также в целом была снижена до $1,48 \pm 0,2$ и $1,21 \pm 0,15$ мм³/мин.

К концу периода наблюдения ВГД в среднем было равно $19,07 \pm 1,21$ мм рт.ст. у пациентов с начальной и $20,15 \pm 1,16$ – при развитой стадии глаукомы. В целом, давление цели (9-21 мм рт.ст.) было достигнуто в 66% случаев.

Таким образом, ДЛТ и СЛТ достигли давления цели в 64 и 66% случаев, что побудило нас искать пути улучшения данных результатов.

С целью повышения эффективности лазерного вмешательства нами разработана новая методика – комбинированная лазерная трабекулопластика (КЛТ), позволяющая использовать преимущества обоих методов лечения, улучшить отбор пациентов, прогнозирование результатов и достичь давления цели.

У пациентов 3-й группы, которым проводили КЛТ предоперационные значения ВГД составляли $25,20 \pm 3,66$ и $26,30 \pm 4,51$ мм рт.ст при начальной и развитой стадиях глаукомы соответственно. Коэффициент легкости оттока ВГЖ был снижен в среднем до $0,12 \pm 0,04$ и $0,08 \pm 0,03$ мм³/мин/мм рт.ст. соответственно. Продукция внутриглазной жидкости также в целом была снижена до $1,56 \pm 0,16$ в начальной стадии и $1,21 \pm 0,13$ мм³/мин – при развитой стадии заболевания.

Отличительной особенностью методики комбинированной лазерной трабекулопластики является то, что благодаря двухступенчатым вмешательствам, использованию двойного механизма их действия, мы не

получали сильно выраженных ранних послеоперационных осложнений. К концу периода наблюдения отмечалось сохранение значений ВГД на нормальном уровне. Более того, вне зависимости от исходного уровня офтальмотонуса. В среднем ВГД к концу периода наблюдения составило $16,14 \pm 1,48$ мм рт.ст. у пациентов с начальной и $17,36 \pm 1,25$ – при развитой стадии глаукомы, давление цели было достигнуто в 86,7% случаев.

Тонографические измерения после лазерных вмешательств показали увеличение коэффициента легкости оттока внутриглазной жидкости к 6 месяцам: после КЛТ в 2,6 раза ($C=0,32 \pm 0,04$ мм³/мин/мм рт.ст.), после СЛТ – в 2,0 раза ($0,24 \pm 0,03$) и после ДЛТ – в 1,9 раза ($0,23 \pm 0,04$ мм³/мин/мм рт.ст.). Повышение секреции внутриглазной жидкости, наблюдаемое в постлазерном периоде, статистически недостоверно во всех трех группах.

Для оценки изменений полей зрения проводили периметрию Humphrey (программа Central 30-2). Изменения общей депрессии световой чувствительности оценивали путём подсчёта суммы пороговых значений всех протестированных точек по 4 квадрантам. У пациентов с ПОУГ отмечается снижение суммы порогового значения световой чувствительности: перед проведением лечения.

После КЛТ при первичной открытоугольной глаукоме, как в начальной, так и в развитой стадии наблюдали повышение суммы порогового значения световой чувствительности, что связано со стойкой стабилизацией ВГД. В дальнейшем до окончания периода наблюдения отмечается повышение порога световой чувствительности. В целом у пациентов с открытоугольной глаукомой, которым была проведена КЛТ, сумма пороговых значений световой чувствительности по квадрантам к концу годичного периода наблюдения увеличилась с $1843,7 \pm 177,4$ до $1957,9 \pm 146,31$ дБ при начальной стадии и с $1582,3 \pm 241,5$ до $1654,5 \pm 166,7$ – при развитой стадии.

После проведения ДЛТ изменение пороговой световой чувствительности было небольшим. В сроки 3-6 месяцев отмечали

небольшое повышение порога световой чувствительности с $1834,1 \pm 167,41$ до $1921,6 \pm 169$ дБ при начальной стадии и с $1562,3 \pm 223,4$ до $1624,2 \pm 162,5$ – при развитой стадии. В дальнейшем наблюдали снижение до исходного уровня и ниже, особенно в развитой стадии глаукомы.

После проведения СЛТ выявлено небольшое повышение порога световой чувствительности, что связано со снижением ВГД. У пациентов с начальной стадией глаукомы отмечали большее повышение порога световой чувствительности, чем в группах с развитой стадией. В дальнейшем со стабилизацией ВГД отмечали повышение световой чувствительности с $1765,9 \pm 175,2$ до $1821,3 \pm 143,21$ дБ при начальной стадии и с $1484,2 \pm 236,4$ до $1498,9 \pm 155,5$ – при развитой стадии. Однако к 24-му месяцу наблюдения порог световой чувствительности снижался. В целом отмечено повышение световой чувствительности, которое было более выражено у пациентов, которым проводилась КЛТ.

Комплексная оценка состояния диска зрительного нерва с помощью ретинального томографа HRT-3 показала улучшение морфометрических показателей лазерного сканирования ДЗН к 12 месяцам после выполнения лазерного лечения в таких параметрах, как площадь и объем НРП, толщина СНВС. было более выражено в обеих стадиях глаукомы в 3-й группе. Такая стабилизация показателей, особенно в группе КЛТ, свидетельствует об эффективности проведенного лечения.

Проанализированы изменения остроты зрения после комбинированной, селективной и диодной лазерной трабекулопластики.

После КЛТ отмечено улучшение зрительных функций уже в первый месяц после операции. Данный эффект мы объясняем стойкой стабилизацией и снижением ВГД до целевого уровня. В дальнейшем острота зрения в сроки 3, 6 и 12 месяцев статистически достоверных сдвигов не имеет. В целом, зрительные функции оказались стабильными в 90,66% случаев (68 из 75 случаев). Среднее значение остроты зрения у пациентов с открытоугольной

глаукомой, которым проводилась КЛТ, к концу периода наблюдения составило $0,73 \pm 0,25$ в отличие от исходного показателя равного $0,75 \pm 0,21$.

В группе пациентов с открытоугольной глаукомой, которым выполнялась СЛТ, к концу периода наблюдения отмечалось небольшое снижение остроты зрения. Средняя величина остроты зрения за период наблюдения несколько снизилась – с $0,71 \pm 0,15$ до $0,64 \pm 0,22$ при начальной стадии и с $0,67 \pm 0,21$ до $0,59 \pm 0,19$ – при развитой стадии.

У пациентов с начальной и развитой стадиями открытоугольной глаукомы, которым выполняли ДЛТ, острота зрения к концу периода наблюдения несколько снижалась с $0,67 \pm 0,19$ и $0,55 \pm 0,18$ в отличие от исходных значений для обеих стадий до $0,64 \pm 0,19$ и $0,52 \pm 0,21$ соответственно.

В целом, зрительные функции оказались стабильными в 61 из 84 случаев (77,38%) в группе СЛТ и в 51 из 67 случаев (76,11%) – в группе ДЛТ.

Анализ динамики послеоперационного реактивного синдрома позволил определить влияние лазерной трабекулопластики на клиническое течение глаукомы, характер осложнений и медикаментозное лечение. Так, при начальной и развитой стадиях у пациентов после ДЛТ определяются умеренно выраженные увеальные проявления и гипертензивный подъем ВГД. При выполнении СЛТ также были зафиксированы подобные увеальные реакции, хотя такой типа лазера не имеет ожоговых коагулятов на трабекулярном переплете, что связано с большим диаметром пятна аппликата, которое, видимо, раздражает цилиарное тело. В ходе проведения КЛТ были отмечены более слабые реактивные проявления, чем в других группах. При этом достоверных различий в исходах увеальных явлений на глазах трех сравниваемых групп не наблюдали.

В первые сутки отмечена транзиторная гипертензия (так называемая реактивная гипертензия). Резкий подъем ВГД более 5 мм рт.ст. после операции был зафиксирован в 12% случаев в группе КЛТ, в 14,9% – в группе ДЛТ и в 14,8% случаев – после проведения СЛТ. Послеоперационный ирит

диагностировали в 10 случаях при ДЛТ, в 12 случаях при проведении СЛТ, и в 8 случаях – при КЛТ. Следует отметить, что гониосинехии не отмечены ни в одной группе. К 10-му дню послеоперационного периода данные явления были купированы после проведения местной противовоспалительной и гипотензивной терапии, которая включала в себя инстилляцию 0,1% р-ра дексаметазона, 0,1% р-ра наклофа; 0,1% индоколлир. Внутрь – индометацин по 0,25 г 2-3 раза в день в течение 7 дней, диакарб по 0,25 г 1 раз в сутки на 2 дня, сохранялась местная гипотензивная терапия β -блокаторами в сочетании или без с аналогами простагландина $F_{2\alpha}$ – сроком на 8 недель, которые затем сокращали или отменяли.

Одним из значимых факторов, определяющих эффективность хирургического лечения, является количество гипотензивных препаратов, используемых пациентами в послеоперационном периоде. Если до операции количество препаратов было приблизительно одинаково – $2,1 \pm 0,05$, то в послеоперационном периоде их количество существенно отличалось в зависимости от вида оперативного вмешательства.

Меньше всего потребность в назначении гипотензивных препаратов была у пациентов, которым проводили КЛТ: $1,36 \pm 0,05$ в первые 3-6 месяцев периода наблюдения и $1,45 \pm 0,02$ при сроках наблюдения 12 и 24 месяца. Меньший гипотензивный эффект был получен при ДЛТ и СЛТ: в первые 3-6 месяцев после операции количество препаратов в среднем по 1-й и 2-й группам составило $1,7 \pm 0,12$, через 12 месяцев – уже $1,8 \pm 0,2$, а к концу периода наблюдения – $1,9 \pm 0,16$.

Эффективность оперативного лечения в целом оценивали по совокупности следующих признаков: стабильность или улучшение полей и остроты зрения, состояние диска зрительного нерва, сохранение ВГД в границах 9-21 мм рт.ст. с добавлением или без гипотензивных препаратов.

У пациентов с начальной стадией открытоугольной глаукомы к концу периода исследования проведение ДЛТ оказалось успешным в 66,65% случаев, СЛТ – в 67,44% и КЛТ – в 88,23% случаев. Данные различия были

статистически достоверны. При развитой стадии открытоугольной глаукомы к концу периода исследования успех после ДЛТ составил 62,19%, при СЛТ – 66%, после КЛТ – 85,36%.

Полученные данные позволяют рекомендовать комбинированную лазерную трабекулопластику при начальной и развитой стадиях открытоугольной глаукомы.

Комбинированная лазерная трабекулопластика является безопасной, неинвазивной операцией и обладает более стабильным длительным гипотензивным эффектом, чем ДЛТ и СЛТ, имеет меньше осложнений, в связи с чем зрительные функции остаются стабильными. Анализируя полученные данные, мы рекомендуем КЛТ для применения в клинической практике.

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика комбинированной лазерной трабекулопластики при лечении первичной открытоугольной глаукомы в начальных стадиях, обладающая более стабильным длительным гипотензивным эффектом по сравнению с селективной и диодной трабекулопластикой.

2. Комбинированная лазерная трабекулопластика эффективна и позволяет достигнуть давления цели в 88,23% случаев у пациентов с начальной стадии и 85,36% – при развитой стадии первичной открытоугольной глаукомы, что обеспечивает сохранность зрительных функций в 90,66% случаев в течение 24 месяцев после операции.

3. Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов показывает, что гипотензивный эффект после КЛТ более выраженный: в 1,5 раза больше, чем после СЛТ и ДЛТ. Офтальмотонус у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой снизился на 34-38% в срок наблюдения более 24 месяцев после КЛТ, на 22-25% – после ДЛТ и на 23-26% – после СЛТ. Коэффициент легкости оттока увеличился после КЛТ в 2,6 раза ($C=0,32\pm 0,04$ мм³/мин/мм рт.ст.), после СЛТ – в 2,0 раза ($0,24\pm 0,04$) и после ДЛТ – в 1,9 раза ($0,23\pm 0,04$ мм³/мин/ мм рт.ст.). Стабилизация зрительных функций на 16% больше, чем после СЛТ и ДЛТ.

4. Применение КЛТ вызывает минимальные проявления реактивного синдрома по сравнению с ДЛТ и СЛТ, таких как транзиторная гипертензия и послеоперационный ирит. В первые сутки отмечена транзиторная гипертензия (так называемая реактивная гипертензия) – подъем ВГД более 5 мм рт.ст. – в группе КЛТ в 12% случаев, в 14,9% – в группе ДЛТ и в 14,8% случаев после СЛТ. Послеоперационный ирит диагностировали в 10 случаях при ДЛТ, в 12 случаях при проведении СЛТ и в 8 случаях – при КЛТ.

5. Комбинированная лазерная трабекулопластика значительно снижает количество гипотензивных препаратов, используемых в послеоперационном

периоде: с $2,1 \pm 0,05$ до $1,45 \pm 0,02$ при сроках наблюдения 12 и 24 месяцев. Меньший гипотензивный эффект был получен при ДЛТ и СЛТ: через 12 месяцев – $1,8 \pm 0,2$, к концу периода наблюдения – уже $1,9 \pm 0,16$ по сравнению с $2,5 \pm 0,05$ до операции.

6. Разработаны показания и противопоказания для проведения комбинированной лазерной трабекулопластики. Методика комбинированной лазерной трабекулопластики проводится у больных открытоугольной глаукомой в начальной и развитой стадиях с различной степенью пигментации угла передней камеры. Противопоказанием являются любые воспалительные процессы глаза, помутнения роговицы.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Комбинированная лазерная трабекулопластика применяется в качестве поэтапного лечения открытоугольной глаукомы в начальной и развитой стадии с различной степенью пигментации угла передней камеры, которая позволяет добиться сохранения зрительных функций у пациентов с открытоугольной глаукомой и стойкого гипотензивного эффекта.

2. Для оценки динамики течения ПОУГ и эффективности лечения после проведения комбинированной лазерной трабекулопластики необходимо использовать клиничко – морфометрических показатели в соответствии с планом обследования пациентов с ПОУГ.

3. Комбинированная лазерная трабекулопластика является безопасной, неинвазивной операцией, рекомендуется для лечения пациентов с ПОУГ при невозможности соблюдения регулярного гипотензивного режима и выполняется в амбулаторных условиях.

4. Комбинированная лазерная трабекулопластика рекомендовано на ранних этапах развития забеливания, что позволяет значительно повысить эффективность лечения и уменьшает нагрузки на ДЗН и лекарственные потребности при лечении первичной открытоугольной глаукомы.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АЛТ	- аргоновая лазерная трабекулопластика
ВГД	- внутриглазное давление
ВГЖ	- внутриглазная жидкость
ДЗН	- диск зрительного нерва
ДЛТ	- диодная лазерная трабекулопластика
КЛТ	- комбинированная лазерная трабекулопластика
НРП	- нейроретинальный пояс
ПОУГ	- первичная открытоугольная глаукома
ПЭ	- площадь экскавации
СЛТ	- селективная лазерная трабекулопластика
СНВС	- средняя толщина волокон сетчатки
УПК	- угол передней камеры
Э/Д	- отношение площади экскавации к диаметру ДЗН
F	- продукция (секреция) внутриглазной жидкости
НРТ	- гейдельбергский ретинальный томограф
P_0	- истинное внутриглазное давление
P_0/C	- коэффициент Беккера
C	- коэффициент легкости оттока внутриглазной жидкости

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акопян В.С. Лазерные методы лечения первичных глауком открытоугольной // Вестн. офтальмологии. – 1982. – № 6. – С. 19-23.
2. Алексеев И.Б., Штейнер И.И. СЛТ в лечении ОУГ: 10-летний опыт применений // Рос. офтальмол. журн. – 2012. – Т. 5. – № 4. – С. 98 .
3. Ахметшин Р.Ф., Булгар С.Н. Лазерная линейная трабекулопластика – операция выбора при лечении открытоугольной глаукомы // Казанский мед. журн. – 2012. – Т. 93. – № 6. – С. 939-941.
4. Балалин С.В., Фокин В.П. Надпороговая селективная лазерная трабекулопластика и достижение толерантного внутриглазного давления у больных первичной открытоугольной глаукомой // Вестн. ОГУ. – 2001. – № 14 (133). – С. 51-53.
5. Балалин С.В., Фокин В.Л., Абросимова Е.В., Фролова Н.В. Селективная лазерная трабекулопластика в лечении больных первичной открытоугольной глаукомой // Вестн. ОГУ. – 2009. – № 12. – С. 13-15.
6. Балашевич Л.И., Пархомов С.Д., Измайлов А.С. Сравнительная оценка эффективности диодного (0,81 мкм) и Nd:YAG (0,532 мкм) коагулирующих лазеров в лечении открытоугольной глаукомы // Офтальмол. журн. – 2000. – № 1. – С. 30-35.
7. Бачалдин И.Л. Применение селективной лазерной трабекулопластики для усиления гипотензивного эффекта у больных с синдромом «плоской радужки» при первичной узко- и закрытоугольной глаукоме после проведенной ранее гониопластики // Новости глаукомы. – 2017. – № 1 (41). – С. 50-52.
8. Должич Г.И., Осипова Е.Н. Сравнительная характеристика селективной и аргон-лазерной трабекулопластики при первичной открытоугольной глаукоме // Глаукома. – 2008. – № 3. – С. 29-32.
9. Егорова Е.А., Астахова Ю.С., Еричева В.П. и др. Национальное руководство по глаукоме. – 3-е изд. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – С. 247-249.

10. Егоров Е.А., Алексеев В.Н. Патогенез и лечение первичной открытоугольной глаукомы руководство для врачей // Москва, 2017.- С.224.
11. Егоров Е.А., Румянцев А.Д., Румянцева О.А., Новодерёжкин В.В., А.И. Олейник. Гидродинамическая активация оттока в сочетании с экстракцией катаракты в лечении больных открытоугольной глаукомой // РМЖ. Клиническая офтальмология. 2009. Т. 10. № 3. С. 84-86.
12. Еричев В.П., Егоров Е.А. О патогенезе первичной открытоугольной глаукомы // Вестн. офтальмологии. – 2014. – № 6. – С. 98-104.
13. Зверева О.Г., Амиров А.Н. СЛТ в лечении пациентов с ПОУГ // Практическая медицина. – 2018. – № 3. – С. 77-81.
14. Казакова Е.Л. Лазерная трабекулопластика и состояние хрусталика при открытоугольной глаукоме // Вестн. офтальмологии. – 1989. – Т. 115. – № 4. – С. 10-13.
15. Козлов В.И., Магарамов Д.А., Ерескин Н.Н. Лазерная гониопунктура при оперированной открытоугольной глаукоме с рецидивом подъема офтальмотонуса // Сб. науч. тр. МНТК «Микрохирургия глаза». – М., 1990. – С. 55-59.
16. Копылова А.А., Крылов С.В. Селективная лазерная трабекулопластика в лечении первичной открытоугольной глаукомы // Новости глаукомы. – 2017. – № 1 (41). – С. 9-10.
17. Краснов М.М. Лазергониопунктура угла передней камеры глаза при глаукоме // Вестн. офтальмологии. – 1972. – № 3. – С. 17-30.
18. Краснов М.М., Акопян В.С., Ильина Т.С. Лазерное лечение первичной глаукомы // Вестн. офтальмол. 1982. -№5. - С. 18-22.
19. Краснов М.М., Сапрыкин П.И., Клатт А. Лазергониопластика при глаукоме // Вестн. офтальмологии. – 1974. – № 2. – С. 30-34.
20. Канюкова Ю.В., Кадникова О.В. Селективная лазерная трабекулопластика как метод лечения первичной открытоугольной глаукомы

(результаты наблюдения в течение 6 месяцев) // Вестник ОГУ. – 2015. – № 12 (187). – С. 107-109.

21. Литвинова Г.Г., Ильина Т.С., Казакова Е.Л., Полева Р.П. Перспективы применения излучения диодного лазера для трабекулопластики в лечении первичной открытоугольной глаукомы // Вестн. офтальмологии. – 1998. – Том. 114. – № 5. – С. 10-13.

22. Магарамов Д.А., Качалина Г.Ф., Соколовская Т.В., Ибрагим Кассем. Лазерная активация трабекулы при лечении первичной открытоугольной глаукомы // Офтальмохирургия. – 2007. – № 1. – С. 29-32.

23. Мазунин И.Ю. Клинические аспекты применения диодной лазерной трабекулопластики при первичной открытоугольной глаукоме // Сб. науч. тр. – М., 1998. – С. 230-235.

24. Мамедов Н.Г., Штилерман А.Л. Сравнительные исследования эффективности лазертрабекулопластики у больных первичной открытоугольной глаукомой с различной степенью пигментации структур трабекулярного аппарата глаза // Вестн. офтальмологии. – 1986. – № 5. – С. 17-20.

25. Мамедов Н.Г., Штилерман А.Л. Поэтапная лазертрабекулопластика при открытоугольной глаукоме // Вестн. офтальмологии. – 1984. – № 3. – С. 10-13.

26. Мамедов Н.Г., Штилерман А.Л., Батманов Ю.Е., Нестеров А.П. О механизме гипотензивного действия лазерной трабекулопластики при открытоугольной глаукоме // Вестн. офтальмологии. – 1985. – Том. 101. – № 2. – С. 17-19.

27. Мельников В.Я., Осыховский А.Л., Догадова Д.П. Опыт лазерного лечения первичной глаукомы // Вестн. офтальмологии. – 1995. – № 3. – С. 3-4.

28. Нероев В.В., Киселева О.А., Бессмертный А.М. Основные результаты мультицентрового исследования эпидемических особенностей

первичной открытоугольной глаукомы в Российской Федерации // Рос. офтальмол. журн. – 2013. – № 3. – С. 4-7.

29. Нестеров А.П. Глаукома. – М.: Медицина, 1995. – 255 с.

30. Нестеров А.П., Батманов Ю.Е., Егоров Е.А., Сидоренко Е.И. Лазертрабекулоспазис в лечении открытоугольной глаукомы // Казанский мед. журн. – 1980. – № 1. – С. 19-23.

31. Нестеров А.П., Егоров Е.А., Новодережкин В.В. Лазерные способы активации оттока ВГЖ // Клин. офтальмология. – 2005. – № 1. – С. 16-17.

32. Нестеров А.П., Мамедов Н.Г., Штилерман А.Л. Радиальная лазертрабекулопластика как способ лечения открытоугольной глаукомы // Казанский мед. журн. – 1984. – № 5. – С. 357-359.

33. Новодерёжкин В.В., Кремкова Е.В., Эффективность лечения первичной открытоугольной глаукомы лазером на парах меди // Клиническая офтальмология – 2012. – Т. 13. – № 4. – С. 139-141.

34. Полева Р.П., Федоров А.А., Болшунов А.В. Морфологическое исследование механизма гипотензивного действия диодной лазерной трабекулопластики // Рефракционная хирургия и офтальмология. – 2002. – Том 2. – № 1. – С. 62-67.

35. Потапова Н.В. Селективная лазерная трабекулопластика – новый метод лечения глаукомы // Глаукома. – 2005. – № 2. – С. 48-60.

36. Сидоренко Е.И., Нестеров А.П., Мамедов Н.Г., Штилерман А.Л. Лазерный трабекулоспазис в лечении первичной открытоугольной глаукомы // Глаукома: Сб. науч. ст. – Ярославль, 1984. – С. 50-53.

37. Соколовская Г.В., Кочеткова Ю.А. СЛТ – эффективность и перспективность в лечении ПОУГ // Практическая медицина. – 2012. – № 4. – С. 141-146.

38. Туманян Э.Р., Иванова Е.С., Любимова Т.С., Субхангулова Э.А. Морфологическая оценка изменений трабекулярной сети УПК глаза после СЛТ по M.Latina и СЛАТ // Офтальмохирургия. – 2010. – № 3. – С. 39-42.

39. Туманян Э.Р., Иванова Е.С., Любимова Т.С., Субхангулова Э.А. Селективная лазерная активация трабекулы в коррекции офталмотонуса у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой // Офтальмохирургия. – 2010. – № 2. – С. 18-22.
40. Турутина Ал.О., Малышев А.С., Турутина Ан.О., Фадеева А.В. Отдаленные результаты селективной лазерной трабекулопластика // Вестн. ОГУ. – 2014. – № 12 (173). – С. 318-319.
41. Федоров С.Н., Семенов А.Д., Ромашенков Ф.А. Лазерная микрохирургия глаукомы // Лазеры в клинической медицине. – М., 1996. – С. 236-240.
42. Шпак А.А., Севостьянова М.К., Усольцева Е.А., Абдулсадыкова А.К. Комплексная оценка прогрессирования начальной открытоугольной глаукомы // Вестн. офтальмологии. – 2014. – № 4. – С. 14-18.
43. Abdelrahman A.M., Eltanamly RM. Selective laser trabeculoplasty in Egyptian patients with primary open-angle glaucoma // Middle East Afr. J. Ophthalmol. – 2012. – Vol. 19. – P. 299-303.
44. Alexander R.A., Grierson I. Morphological effects of argon laser trabeculoplasty upon the glaucomatous human meshwork // Eye. – 1989. – Vol. – 6. – P. 719-726.
45. Almeida E.D., Jr., Pinto L.M., Fernandes R.A., Prata T.S. Pattern of intraocular pressure reduction following laser trabeculoplasty in open-angle glaucoma patients: comparison between selective and nonselective treatment // Clin. Ophthalmol. – 2011. – Vol. 5. – P. 933-936.
46. Alvarado J., Murphy C., Juster R. Trabecular meshwork cellularity in primary open-angle glaucoma and nonglaucomatous normal // Ophthalmology. – 1984. – Vol. 91. – P. 64-79.
47. Alvarado J.A., Alvarado R.G., Yeh R.F. et al. A new insight into the cellular regulation of aqueous outflow: how trabecular meshwork endothelial cells drive a mechanism that regulates the permeability of Schlemm's canal endothelial cells // Br. J. Ophthalmol. – 2005. – Vol. 89. – No. 11. – P. 1500-1505.

48. Alvarado J.A., Chau P., Wu J., Juster R. et al. Profiling of cytokines secreted by conventional aqueous outflow pathway endothelial cells activated in vitro and ex vivo with laser irradiation // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 2015. – Vol. 56. – No. 12. – P. 7100-7108.
49. Alvarado J.A. Selective laser trabeculoplasty: underlying mechanism // *Ophthalmology Management.* – 2002. – June. e 3-5.
50. Avery N., Ang G.S., Nicholas S., Wells A. Repeatability of primary selective laser trabeculoplasty in patients with primary open-angle glaucoma // *Int. Ophthalmol.* – 2013. – Vol. 33. – No. 5. – P. 501-506.
51. Ayala M., Chen E. Long-Term outcomes of selective laser trabeculoplasty (SLT) // *Treatment Open Ophthalmol. J.* – 2011. – Vol. 5. – P. 32-34.
52. Ayala M., Chen E. Comparison of selective laser trabeculoplasty (SLT) in primary open angle glaucoma and pseudoexfoliation glaucoma // *Clin. Ophthalmol.* – 2011. – Vol. 5. – P. 1469-1473.
53. Ayala M. Intraocular pressure reduction after initial failure of selective laser trabeculoplasty (SLT) // *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* – 2014. – Vol. 252. – No. 2. – P. 315-320.
54. Ayala M. Long-term outcomes of selective laser trabeculoplasty (SLT) treatment in pigmentary glaucoma patients // *J. Glaucoma.* – 2014. – Vol. 23. – No. 9. – P. 616-619.
55. Belgrado G., Brihaye-Van Geertruyden M., Herzeel R. Comparison of argon and CW Nd:YAG laser trabeculoplasty. Clinical results. In: *Laser technology in ophthalmology* / Ed. by J. Marshall. – Berkeley, Amsterdam: Kugler and Ghedini, 1998. – P. 45-52.
56. Best U.P., Domack H., Schmidt V. Long-term results after selective laser trabeculoplasty – a clinical study on 269 eyes // *Klin Monatsbl Augenheilkd.* – 2005. – Vol. 222. – No. 4. – P. 326-331.

57. Bovell A.M., Damji K.F., Hodge W.G. et al. Long term effects on the lowering of intraocular pressure: selective laser or argon laser trabeculoplasty? // *Can. J. Ophthalmol.* – 2011. – Vol. 46. – No. 5. – P. 408-413.
58. Bradley J.M., Anderssohn A.M., Colvis C.M. et al. Mediation of laser trabeculoplasty-induced matrix metalloproteinase expression by IL-1beta and TNFalpha // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 2000. – Vol. 41. – No. 2. – P. 422-430.
59. Brancato R., Carassa R. Diode laser compared with argon laser for trabeculoplasty // *Am. J. Ophthalmol.* – 1991. – Vol. 112. – No. 15. – P. 50-55.
60. Brooks A.M., Gillies W.E. Laser trabeculoplasty- argon or diode? // *Australia- New Zealand J. Ophthalmol.* – 1993. – Vol. 21. – No. 3. – P. 161-164.
61. Bruen R., Lesk M.R., Harasymowycz P. Baseline factors predictive of SLT response: a prospective study // *J. Ophthalmol.* – 2012. – Vol. 64. – No. 2. – P. 869.
62. Bylsma S.S., Samples J.R., Acott T.S., Van Buskirk E.M. Trabecular cell division after argon laser trabeculoplasty // *Arch. Ophthalmol.* – 1988. – Vol. 106. – No. 4. – P. 544-547.
63. Cârstocea B., Pascu R.A. Yttrium-Aluminium Garnet Crystal (I) // *Oftalmologia.* – 2005. – Vol. 49. – No. 3. – P. 3-9.
64. Chen E., Golchin S., Blomdahl S. A comparison between 90 degrees and 180 degrees selective laser trabeculoplasty // *J. Glaucoma.* – 2004. – Vol. 13. – No. 1. – P. 62-65.
65. Chung P.Y., Schuman J.S., Netland P.A., Lloyd-Muhammad R.A., Jacobs D.S. Five-year results of a randomized, prospective, clinical trial of diode vs argon laser trabeculoplasty for open-angle glaucoma // *Am. J. Ophthalmol.* – 1998. – Vol. 126. – No. 2. – P. 185-190.
66. Cvenkel B., Hvala A., Drnovsek-Olup B., Gale N. Acute ultrastructural changes of the trabecular meshwork after selective laser trabeculoplasty and low power argon laser trabeculoplasty // *Lasers Surg. Med.* – 2003. – Vol. 33. – No. 3. –P. 204-208.

67. Damji K.F., Shah K.C., Rock W.J. Selective laser trabeculoplasty vs. argon laser trabeculoplasty // *Br. J. Ophthalmol.* – 1999. – Vol. 83. – P. 718-722.
68. Damji K.F., Bovell A.M., Bovell W.G., Rock W., et al. Selective laser trabeculoplasty versus argon laser trabeculoplasty: results from a 1-year randomised clinical trial // *Br. J. Ophthalmol.* – 2006. – 90(12) – P. 1490–1494.
69. Durr G.M., Harasymowycz P. The effect of repeat 360 – degree selective lasertrabeculoplasty on intraocular pressur control in open-angle glaucoma // *J. Fr. Ophtalmol.* – 2016. – Vol. 39. – No. 3. – P. 261-264.
70. Eckert S. Effectiveness and relevance of laser trabeculoplasty: treatment of open-angle glaucoma // *Ophthalmologe.* – 2010. – Vol. 107. – No. 1. – P. 18-21.
71. Eguchi S., Yamashita H., Yamamoto T., Shirato S., Kitazawa Y. Methods of argon laser trabeculoplasty, complications and long-term follow-up of the results // *Jpn. J. Ophthalmol.* – 1985. – Vol. 29. – No. 2. – P. 198-211.
72. Elsas T. Primary laser trabeculoplasty a comparison of 50 spots in 180 degrees and 100 spots in 360 degrees of the trabecular meshwork // *Acta Ophthalmol. (Copenh).* – 1987. – Vol. 65. – No. 3. – P. 323-325.
73. Englert J.A., Cox T.A., Allingham R.R., Shields M.B. Argon vs diode laser trabeculoplasty // *Am. J. Ophthalmol.* – 1997. – Vol. 124. – No. 5. – P. 627-631.
74. Francis B.A., Loewen N., Hong B., Dustin L. et al. Repeatability of selective laser trabeculoplasty for open-angel glaucoma // *BMC Ophthalmol.* – 2016. – Vol. 28. – No. 16. – P. 128.
75. Francis B.A., Singh K., Lin S.C. et al. Novel glaucoma procedures: a report by the American Academy of Ophthalmology // *Ophthalmology.* – 2011. – Vol. 118. – No. 7. – P. 1466-1480.
76. Giocanti-Aurégan A., Abitbol O., Bensmail D. et al, Selective Laser Trabeculoplasty in the treatment of chronic open-angle: retrospective analysis 12 years after treatment in a cohort of 28 patients // *J. Fr. Ophtalmol.* – 2014. – Vol. 37. – No. 10. – P. 812-817.

77. Gonzalez-Avila G., Ginebra M., Hayakawa T. Collagen metabolism in human aqueous humor from primary open-angle glaucoma. Decreased degradation and increased biosynthesis play a role in its pathogenesis // *Arch. Ophthalmol.* – 1995. – Vol. 113. – No. 10. – P. 1319-1323.

78. Gracner T. Intraocular pressure response to selective laser trabeculoplasty in the treatment of primary open angle glaucoma // *Ophthalmologica.* – 2001. – Vol. 215. – P. 267-270.

79. Guven Yilmaz S., Palamar M., Yusifov E. et al. Effects of primary selective laser trabeculoplasty on anterior segment parameters // *Int. J. Ophthalmol.* – 2015. – Vol. 8. – No. 5. – P. 954-959.

80. Harasymowycz P.J., Papamatheakis D.G., Latina M. et al. Selective laser trabeculoplasty (SLT) complicated by intraocular pressure elevation in eyes with heavily pigmented trabecular meshworks // *Am. J. Ophthalmol.* – 2005. – Vol. 139. – No. 6. – P. 1110-1113.

81. Hirn C., Zweifel S.A., Töteberg-Harms M., Funk J. Effectiveness of selective laser trabeculoplasty in patients with insufficient control of intraocular pressure despite maximum tolerated medical therapy // *Ophthalmologe.* – 2012. – Vol. 109. – P. 683-690.

82. Hodge W.G., Damji K.F., Rock W. et al. Baseline IOP predicts selective laser trabeculoplasty success at 1 year post-treatment: results from a randomized clinical trial // *Br. J. Ophthalmol.* – 2005. – Vol. 89. – No. 9. – P. 1157-1160.

83. Hong B.K., Winer J.C, Martone J.F. et al. Repeat selective laser trabeculoplasty // *J. Glaucoma.* – 2009. – Vol. 18. – No. 3. – P. 180-183.

84. Hoskin M.D., Hrtherington J., Minckler D.S. et al. Complications of laser trabeculoplasty // *Ophthalmology.* – 1983. – Vol. 90. – P. 796-799.

85. Huang S.H., Adamis A.P., Wiederschain D.G. et al. Matrix metalloproteinases and their inhibitors in aqueous humor // *Exp. Eye Res.* – 1996. – Vol. 62. – No. 5. – P. 481-490.

86. Huk B., Gams H.J., Bleckman. Anti-inflammatory treatment after argon laser trabeculoplasty // *Ophthalmology*. – 1991. – Vol. 203. – P. 24-29.
87. Hutnik C.M., Mao A. SLT and adjunctive medical therapy: a prediction rule analysis // *J. Glaucoma*. – 2011. – Vol. 20. – No. 4. – P. 266-270.
88. Jindra L.F. SLT as primary treatment // *Ophthalmol. Management*. – 2004. Vol. 8. – No. 11. – P. 77-78.
89. Juhas T., Corbova M. Diode laser trabeculoplasty in the treatment of primary open-angle glaucoma // *Cesk. Oftalmol*. – 1994. – Vol. 50. – No. 3. – P. 182-185.
90. Johnstone M., Grant W.M. Pressure-dependent changes in structures of the aqueous outflow system of human and monkey eyes // *Am. J. Ophthalmol*. – k 1973. – Vol. 75. – P. 365.
91. Juzych M.S., Chopra V., Banitt M.R., Hughes B.A., Kim C. Comparison of long-term outcomes of selective laser trabeculoplasty versus argon laser trabeculoplasty in open-angle glaucoma // *Ophthalmology*. – 2004. – Vol. 111. – No. 10. – P. 1853-1859.
92. Kalbag N., Patel S., Khouri A. et al. Selective laser trabeculoplasty in the treatment of glaucoma in phakic versus pseudophakic patients // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci*. – 2013. – Vol. 54. – No. 15. – P. 1862.
93. Kano K., Kuwayama Y., Mizoue S., Ito N. Clinical results of selective laser trabeculoplasty // *Nippon Ganka Gakkai Zasshi*. – 1999. – Vol. 103. – No. 8. – P. 612-616.
94. Kara N., Altan C., Yuksel K., et al Comparison of the efficacy and safety of selective laser trabeculoplasty in cases with primary open-angle glaucoma and pseudoexfoliative glaucoma // *Kaohsiung J. Med. Sci*. – 2013. – Vol. 29. – No. 9. – P. 500-504.
95. Katz L.J., Steinmann W.C., Kabir A. et al. Selective laser trabeculoplasty versus medical therapy as initial treatment of glaucoma: a prospective, randomized trial // *J. Glaucoma*. – 2012. – Vol. 21. – P. 460-468.

96. Kent S.S., Hutnik C.M., Birt C.M. et al. A randomized clinical trial of selective laser trabeculoplasty versus argon laser trabeculoplasty in patients with pseudoexfoliation // *J. Glaucoma.* – 2015. – Vol. 24. – No. 5. – P. 344-347.
97. Keyser M., Belder M., Belder J., Groot V. Selective laser trabeculoplasty as replacement therapy in medically controlled glaucoma patients // *Acta Ophthalmol.* – 2017.
98. Keyser M., Belder M., Groot V. Selective laser trabeculoplasty in pseudophakic and phakic eyes: a prospective study // *Int. J. Ophthalmol.* – 2017. – Vol. 10. – No. 4. – P. 593-598.
99. Khouri A.S., Lin J., Berezina T.L. et al. Repeat selective laser trabeculoplasty can be effective in eyes with initial modest response // *Middle East Afr. J. Ophthalmol.* – 2014. – Vol. 21. – No. 3. – P. 205-209.
100. Kim C.Y., Kim S.S., Koh H.J. et al. Effect of IOP elevation on matrix metalloproteinase-2 in rabbit anterior chamber // *Korean J. Ophthalmol.* – 2000. – Vol. 14. – P. 27-33.
101. Kim D.Y., Singh A. Severe iritis and choroidal effusion following selective laser trabeculoplasty // *Ophthalmic Surg. Lasers Imaging.* – 2008. – Vol. 39. – No. 5. – P. 409-411.
102. Kim Y.Y., Glover B.K., Shin D.H. et al. Effect of topical anti-inflammatory treatment on the long-term outcome of laser trabeculoplasty. Fluorometholone-Laser Trabeculoplasty Study Group // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 2002. – Vol. 43. – No. 12. – P. 3705-3711.
103. Klamann M.K., Maier A.K., Gonnermann J., Ruukonen P.C. Adverse effects and short-term results after selective laser trabeculoplasty // *J. Glaucoma.* – 2014. – Vol. 23. – No. 2. – P. 105-108.
104. Knepper P.A., Goossens W., Palmberg P.F. Glycosaminoglycan stratification of the juxtacanalicular tissue in normal and primary open-angle glaucoma // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 1996. – Vol. 37. – P. 2414-2425.

105. Koucheiki B., Hashemi H. Selective laser trabeculoplasty in the treatment of open-angle glaucoma // *J. Glaucoma.* – 2012. – Vol. 21. – No. 1. – P. 65-70.
106. Kramer T.R., Noeker R.J. Comparison of the morphological changes after selective laser trabeculoplasty and argon laser trabeculoplasty in human eye bank eyes // *Ophthalmology.* – 2001. – Vol. 108. – P. 773-779.
107. Krasnow M.M. Q-switched laser goniotomy // *Arch. Ophthalmology.* – 1974. – Vol. 92. – P. 37-41.
108. Kumar S. Lasers in glaucoma // *Nepal J. Ophthalmol.* – 2010. – Vol. 2. – No. 1. – P. 51-58.
109. Lai J.S.M., Chua J.K.H., Tham C.C.Y., Lam D.S.C. Five-year follow up of selective laser trabeculoplasty in Chinese eyes // *Clin. Exp. Ophthalmol.* – 2004. – Vol. 32. – No. 4. – P. 368-372.
110. Lanzetta P., Menchini U., Virgili G. Immediate intraocular pressure response to selective laser trabeculoplasty // *Br. J. Ophthalmol.* – 1999. – Vol. 83. – P. 29-32.
111. Latina M., Park C. Selective targeting of trabecular meshwork cells: in vitro studies of pulse and continuous laser interactions // *Exp. Eye Res.* – 1995. – Vol. 60. – P. 359-372.
112. Latina M.A., Sibayan S.A., Shin D.H. et al. Q-switched 532-nm Nd:YAG laser trabeculoplasty (selective laser trabeculoplasty): a multicenter, pilot, clinical study // *Ophthalmology.* – 1998. – Vol. 105. – No. 11. – P. 2082-2088.
113. Latina M.A., Tumbocon J.A. Selective laser trabeculoplasty: a new treatment option for open angle glaucoma // *Curr. Opin. Ophthalmol.* – 2002. – Vol. 13. – No. 2. – P. 94-96.
114. Leahy K., Sarris M., Di Girolamo N., Watson S.L., et al. Investigation of corneal endothelial changes post selective laser trabeculoplasty // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 2014. – Vol. 55. – No. 13. – P. 6162.

115. Lee J.W., Chan J.C., Chang R.T., Singh K. et al. Corneal changes after a single session of selective laser trabeculoplasty for open-angle glaucoma // *Eye (Lond)*. – 2014. – Vol. 28. – No. 1. – P. 47-52.
116. Lee J.Y., Lee Y.K., Moon J.I., Park M.H. Long-term outcomes and predictive factors for success of selective laser trabeculoplasty // *J. Korean Ophthalmol. Soc.* – 2014. – Vol. 55. – No. 9. – P. 1347.
117. Leske M.C. Open-angle glaucoma - an epidemiologic overview // *Ophthalmic Epidemiol.* – 2007. – Vol. 14 – No. 4. – P. 166-172.
118. Lindegger D.J., Funk J., Jaggi G.P. Long-term effect of selective laser trabeculoplasty on intraocular pressure in pseudoexfoliation glaucoma // *Klin. Monbl. Augenheilkd.* – 2015. – Vol. 232. – No. 4. – P. 405-408.
119. Liu Y., Birt C.M. Argon versus selective laser trabeculoplasty in younger patients: 2-year results // *J. Glaucoma.* – 2012. – Vol. 21. – No. 2. – P. 112-115.
120. Lotti R., Traverso C, Murialdo U., Frau B., Calabria G., Zingirian M. Argon laser trabeculoplasty: long-term results // *Ophthalmic Surg.* – 1995. – Vol. 26. – No. 2. – P. 127-129.
121. Maatta M., Tervahartiala T., Harju M. et al. Matrix exfoliation syndrome, and exfoliation glaucoma // *J. Glaucoma.* – 2005. – Vol. 14. – No. 1. – P. 64-69.
122. Martinez-de la Casa J.M., Garcia-Feijoo J., Castillo A. et al. Selective vs. argon laser trabeculoplasty: hypotensive efficacy, anterior chamber inflammation, and postoperative pain // *Eye.* – 2004. – Vol. 18. – No. 5. – P. 498-502.
123. Martow E., Hutnik C.M., Mao A. SLT and adjunctive medical therapy: a prediction rule analysis // *J. Glaucoma.* – 2011. – Vol. 20. – No. 4. – P. 266-270.
124. Mazal Z., Kanka Z. Diode lasers in ophthalmology // *Cesk. Ophthalmol.* – 1993. – Vol. 49. – P. 318-322.

125. McHugh D., Marshall J. Diode laser trabeculoplasty (DLT) for primary open-angle glaucoma and ocular hypertension // *Br. J. Ophthalmology*. – 1990. – No. 74. – P. 743-747.
126. McHugh D., Marshall J., Ffytche T.J., Hamilton P.A., Raven A. Ultrastructural changes of human trabecular meshwork after photocoagulation with a diode laser // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 1992. – Vol. 33. – No. 9. – P. 2664-2671.
127. McIlraith I., Strasfeld M., Colev G., Hutnik C.M. Selective laser trabeculoplasty as initial and adjunctive treatment for open-angle glaucoma // *J. Glaucoma*. – 2006. – Vol. 15. – No. 2. – P. 124-130.
128. Moriarty A.P. Diode lasers in ophthalmology // *Int. Ophthalmol.* – 1993. – Vol. 7. – No. 6. – P. 297-304.
129. Moulin F., Ameline B., Redor Y., Bey Boumerzag A., Haut J. Trabeculoretraction by argon laser. 5 and 8-year results // *J. Fr. Ophthalmol.* – 1992. – Vol. 15. – No. 8-9. – P. 463-468.
130. Nagar M., Luhishi E., Shah N. Intraocular pressure control and fluctuation: the effect of treatment with selective laser trabeculoplasty // *Br. J. Ophthalmol.* – 2009. – Vol. 93. – P. 497-501.
131. Nagar M., Ogunyomade A., O'Brart D.P. et al. A randomised, prospective study comparing selective laser trabeculoplasty with latanoprost for the control of intraocular pressure in ocular hypertension and open angle glaucoma // *Br. J. Ophthalmol.* – 2005. – Vol. 89. – No. 11. – P. 1413-1417.
132. Ong K., Ong L., Ong L. Corneal endothelial changes after selective laser trabeculoplasty // *Clin. Exp. Ophthalmol.* – 2013. – Vol. 41. – No. 6. – P. 537-540.
133. Patel V., El Hawy E., Waisbourd M., Zangalli C. et al. Long-term outcomes in patients initially responsive to selective laser trabeculoplasty // *Int. J. Ophthalmol.* – 2015. – Vol. 8. – No. 5. – P. 960-964.

134. Pham H., Mansberger S., Brandt J.D. et al. Argon laser trabeculoplasty versus selective laser trabeculoplasty // *Surv. Ophthalmol.* – 2008. – Vol. 53. – No. 6. – P. 641-646.
135. Pillunat K.R., Spoerl E., Terai N., Pillunat L.E. Effect of selective laser trabeculoplasty on corneal biomechanics // *Acta Ophthalmol.* – 2016. – Vol. 94. – No. 6. – e 501-4.
136. Prasad N., Murthy S., Dagianis J.J., Latina M.A. A comparison of the intervisit intraocular pressure fluctuation after 180 and 360 degrees of selective laser trabeculoplasty (SLT) as a primary therapy in primary open angle glaucoma and ocular hypertension // *J. Glaucoma.* – 2009. – Vol. 18. – No. 2. – P. 157-160.
137. Quigley H., Hohman R. Laser energy levels for trabecular meshwork in the primate eye // *Invest. Ophthalmol.* – 1983. – Vol. 24. – No. 9. – P. 1305-1307.
138. Quigley H.A. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020 // *Br. J. Ophthalmol.* – 2006. – Vol. 90. – No. 3. – P. 262-267.
139. Realini T. Selective laser trabeculoplasty for the management of open-angle glaucoma in St Lucia // *JAMA Ophthalmol.* – 2013. – Vol. 131. – No. 3. – P. 321-327.
140. Regina M., Bunya V.Y., Orlin S.E., Ansari H. Corneal edema and haze after selective laser trabeculoplasty // *J. Glaucoma.* – 2011. – Vol. 20. – No. 5. – P. 327-329.
141. Resnikoff S., Pascolini D., Etya'ale D. et al. Global data on visual impairment in the year 2002 // *Bull. World Health Organ.* – 2004. – Vol. 82. – No. 11 – P. 844-851.
142. Richardson L.E. Argon laser trabeculoplasty: a review. // *J. Am. Optom. Ass.* – 1992. – Vol. 63. – No. 4. – P. 252-256.
143. Rinke A.R., Hughes B.A., Juzych M.S. et al. The Effectiveness of 180 degree versus 360 degree SLT at 3 Months // *ARVO-2005.*

144. Rodriguez M.M., Spaeth G.L., Donohoo P. Electron microscopy of ophthamo-Argon laser therapy in phakic open-angle glaucoma // *Ophthalmology*. – 1982. – Vol. 89. – No. 2. – P. 197-210.
145. Rouhiainen H., Leino M., Terasvirta M. The effect of some treatment variables on long-term results of argon laser trabeculoplasty // *Am. J. Ophthalmol.* – 1998. – Vol. 126. – No. 5. – P. 721-723.
146. Rouhiainen H.J., Terasvirta M.E., Tuoninen E.J. The effect of some treatment variables on the result of trabeculoplasty // *Arch. Ophthalmol.* – 1988. – Vol. 106. – P. 611-673.
147. Russo V., Barone A., Cosma A. et al. Selective laser trabeculoplasty versus argon laser trabeculoplasty in patients with uncontrolled open-angle glaucoma // *Eur. J. Ophthalmol.* – 2009. – Vol. 19. – No. 3. – P. 429-434.
148. Samples J.R., Singh K., Lin S.C. et al. Laser trabeculoplasty for open-angle glaucoma: a report by the american academy of ophthalmology // *Ophthalmology*. – 2011. – Vol. 118. – No. 11. – P. 2296-2302.
149. Sayin N., Alkin Z., Ozkaya A. et al, Efficacy of selective laser trabeculoplasty in medically uncontrolled glaucoma // *ISRN Ophthalmol.* – 2013. – Vol. 8. – e-975281.
150. Schlote T., Kynigopoulos M. Selective laser trabeculoplasty (SLT): 1-year results in early and advanced // *Int. Ophthalmol.* – 2016. – Vol. 36. – No. 1. – P. 55-61.
151. Schwartz A.L., Love D.C., Schwartz M.A. Long-term follow-up of argon laser trabeculoplasty for uncontrolled open-angle glaucoma // *Arch. Ophthalmol.* – 1985. – Vol. 103. – P. 1482-1484.
152. Seymenoglu G., Baser E.F. Efficacy of selective laser trabeculoplasty in phakic and pseudophakic eyes // *J. Glaucoma.* – 2015. – Vol. 24. – No. 2. – P. 105-110.
153. Shazly T.A., Smith J., Latina M.A. Long-term safety and efficacy of selective laser trabeculoplasty as primary therapy for the treatment of

pseudoexfoliation glaucoma compared with primary open-angle glaucoma // *Clin. Ophthalmol.* – 2010. – Vol. 5. – P. 5-10.

154. Shibata M., Sugiyama T., Ishida O. et al. Clinical results of selective laser trabeculoplasty in open-angle glaucoma in Japanese eyes: comparison of 180 degree with 360 degree SLT // *J. Glaucoma.* – 2012. – Vol. 21. – No. 1. – P. 17-21.

155. Song J., Lee P.P., Epstein D.L. et al. High failure rate associated with 180 degrees selective laser trabeculoplasty // *J. Glaucoma.* – 2005. – Vol. 14. – No. 5. –P. 400-408.

156. Spaeth G.L., Baez K.A. Argon laser trabeculoplasty controls one third of cases of progressive, uncontrolled, open angle glaucoma for 5 years // *Arch. Ophthalmol.* – 1992. – Vol. 110. – No. 4. – P. 491-494.

157. Tardif A., Bonnin N., Borel A. et al. Selective laser trabeculoplasty: results after a first and a second session, overall comparison and results for three indications // *J. Fr. Ophtalmol.* – 2014. – Vol. 37. – No. 5. – P. 353-357.

158. The Glaucoma Laser Trial (GLT) Research Group. 2. Results of argon laser trabeculoplasty versus topical medicines // *Ophthalmology.* – 1990. – Vol. 97. – P. 1403-1413.

159. Thomas J.V., Simmons R.J., Belcher CD. Complications of argon lasertrabeculoplasty // *Glaucoma.* – 1982. – Vol. 4. – P. 50-52.

160. Ticho U., Neshet R. Laser trabeculoplasty in glajucoma: ten year evaluation // *Arch. Ophthalmol.* – 1989. – Vol. 107. – P.844-846.

161. Traverso C.E., Greenidge K.C., Spaeth G.L. Formation of peripheral anterior synechiae following argon laser trabeculoplasty. A prospective study to determine relationship to position of laser burns // *Arch. Ophthalmol.* –1984. – 102. – No. 6. –P. 861-863.

162. van der Zypen E., Fankhauser F. Ultrastructural changes of the trabecular meshwork of the monkey (*Macaca speciosa*) following irradiation with argon laser light // *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* – 1984. – 221. – No. 6. – P. 249-261.

163. Vittitow J., Borrás T. Genes expressed in the human trabecular meshwork during pressure-induced homeostatic response // *J. Cell. Physiol.* – 2004. – Vol. 201. – No. 1. – P. 126-137.
164. Wang H., Cheng J.W., Wei R.L et al. Meta-analysis of selective laser trabeculoplasty with argon laser trabeculoplasty in the treatment of open-angle glaucoma // *Can J. Ophthalmol.* – 2013. – Vol. 48. – No. 3. – P. 186-192.
165. Wasyluk J.T., Piekarniak-Woźniak A., Grabska-Liberek D. The hypotensive effect of selective laser trabeculoplasty depending on iridocorneal angle pigmentation in primary open angle glaucoma patients // *Arch. Med. Sci.* – 2014. – Vol. 10. – No. 2. – P. 306-308.
166. Weinand F.S., Althen F. Long-term clinical results of selective laser trabeculoplasty in the treatment of primary open angle glaucoma // *Eur. J. Ophthalmol.* – 2006. – Vol. 16. – No. 1. – C. 100-104.
167. Weinreb R.N., Ruderman J., Juster R., Zweig K. Immediate intraocular pressure response to argon laser trabeculoplasty // *Am. J. Ophthalmol.* – 1983. – Vol. 95. – No. 3. – P. 279-286.
168. Weinreb R.N., Toris C.B., Gabelt B.T. et al. Effects of prostaglandins on the aqueous humor outflow pathways // *Surv. Ophthalmol.* – 2002. – Vol. 47. – Suppl 1. – S53-64.
169. White A.J., Mukherjee A., Hanspal I. et al. Acute transient corneal endothelial changes following selective laser trabeculoplasty // *Clin. Exp. Ophthalmol.* – 2013. – Vol. 41. – No. 5. – P. 435-441.
170. Wilensky J.T., Weinreb R.N. Early and late failures of argon laser trabeculoplasty // *Arch. Ophthalmol.* – 1983. – Vol. 101. – No. 6. – P. 895-897.
171. Wise J.B. Glaucoma Treatment by trabecular tightening with the argon laser // *Int. Ophthalmol. Clin.* – 1981. – Vol. 21. – No. 911. – P. 69-78.
172. Wise J.B., Witter S.L. Argon laser therapy for open-angle glaucoma, a pilot study // *Arc. Ophthalmol. Glaucoma.* – 1979. – No. 97. – P. 319-322.

173. Woo D.M., Healey P.R., Graham S.L. et al. Intraocular pressure-lowering medications and long-term outcomes of selective laser trabeculoplasty // *Clin. Exp. Ophthalmol.* – 2015. – Vol. 43. P. 320-327.
174. Worthen D.M., Wichkam M.G. Argon laser trabeculotomy // *Am. Acad. Ophthalmol. Otolaryngology.* – 1974. – Vol. – P. 674-678.
175. Xie Z., Singh M., Siwik D.A. et al. Osteopontin inhibits interleukin-1beta-stimulated increases in matrix metalloproteinase activity in adult rat cardiac fibroblasts: role of protein kinase C-zeta // *J. Biol. Chem.* – 2003. – Vol. 278. – No. 49. – P. 48546-48552.
176. Zaninetti M., Ravinet E. Two-year outcomes of selective laser trabeculoplasty in open-angle glaucoma and ocular hypertension // *J. Fr. Ophthalmol.* – 2008. – Vol. 31. – No. 10. – P. 981-986.
177. Zhang H.Y., Qin Y.J., Yang Y.F. et al. Intraocular pressure-lowering potential of subthreshold selective laser trabeculoplasty in patients with primary open-angle glaucoma // *J. Ophthalmol.* – 2016. – e-2153723.