



ЦИКЛОДЕСТРУКТИВНЫЕ ВМЕШАТЕЛЬСТВА ПРИ ЛЕЧЕНИИ ГЛАУКОМЫ: ИСТОРИЯ, РЕАЛЬНОСТЬ, ПЕРСПЕКТИВЫ

© Т.В. Соколовская, М.И. Тихонова

ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр «Межотраслевой научно-технический комплекс «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Фёдорова» Минздрава России, Москва

Для цитирования: Соколовская Т.В., Тихонова М.И. Циклодеструктивные вмешательства при лечении глаукомы: история, реальность, перспективы // Офтальмологические ведомости. – 2019. – Т. 12. – № 3. – С. 45–58. <https://doi.org/10.17816/OV11132>

Поступила: 20.02.2019

Одобрена: 22.04.2019

Принята: 18.09.2019

✧ В статье представлен исторический обзор эволюции циклодеструктивных лазерных методов лечения глаукомы. Подробно описан механизм действия каждой технологии, её преимущества и недостатки. Приведены результаты многочисленных клинических исследований эффективности различных циклодеструктивных вмешательств и типичных осложнений операций. Основное внимание уделено новой технологии с применением микроимпульсного лазера (MicroPulse) для лечения первичной открытоугольной глаукомы на различных стадиях заболевания у пациентов с высокой остротой зрения, а также рефрактерных форм глаукомы. Приведены данные клинических и экспериментально-морфологических исследований различных модификаций транссклеральной циклофотокоагуляции. Рассмотрены теории, научные гипотезы о механизме действия микроимпульсного лазера. По мнению большинства исследователей, несмотря на относительно небольшой срок наблюдения (от 6 мес. до 5 лет), технология MicroPulse признана эффективной и перспективной.

✧ **Ключевые слова:** циклодеструктивные вмешательства; рефрактерная глаукома; технология микроимпульсного лазера; MicroPulse; транссклеральная циклофотокоагуляция.

CYCLODESTRUCTIVE INTERVENTIONS IN REFRACTORY GLAUCOMA TREATMENT: HISTORY, REALITY, PERSPECTIVES

© T.V. Sokolovskaya, M.I. Tikhonova

S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Moscow, Russia

For citation: Sokolovskaya TV, Tikhonova MI. Cyclodestructive interventions in refractory glaucoma treatment: history, reality, perspectives. *Ophthalmology Journal*. 2019;12(3):45-58. <https://doi.org/10.17816/OV11132>

Received: 20.02.2019

Revised: 22.04.2019

Accepted: 18.09.2019

✧ This article presents a historical evolution review of cyclodestructive methods in glaucoma treatment. It also provides the analysis of mechanism of action for each technology, their advantages and disadvantages. Results of clinical studies and most frequent complications of cyclodestructive procedures are also presented. The main attention is paid to the new MicroPulse laser technology, which is used for the treatment of primary open-angle glaucoma at various stages in patients with high visual acuity, as well as refractory forms of glaucoma. Data of clinical and experimental morphological studies of various modifications of transscleral cyclophotocoagulation technology are specified. Theories, research hypothesis upon the mechanism of MicroPulse laser action. In most researchers opinion, despite the relatively short observation period (from 6 months to 5 years), MicroPulse technology is recognized as effective and advanced.

✧ **Keywords:** cyclodestructive procedures; refractory glaucoma; MicroPulse technology; transscleral cyclophotocoagulation.

Проблема глаукомы — одна из наиболее актуальных в офтальмологии. Несмотря на успехи, достигнутые в медикаментозном, лазерном и хи-

рургическом лечении этого заболевания, процент слепоты и слабовидения в мире остаётся стабильно высоким [1].

В настоящее время, по данным Международного агентства по профилактике слепоты (IAPB), глаукома занимает второе место в нозологической структуре необратимой слепоты, а количество слепых по этой причине достигает 8 млн в мире с предполагаемым ростом до 11 млн к 2020 г. [2].

Учёные из Великобритании (Quigley H., Vroman A.T., 2006) провели исследование о предполагаемой статистике заболеваемости глаукомой в мире на период 2010–2020 гг., основываясь на данных опубликованных работ, факторах риска развития заболевания и применении различных методов статистических вычислений. По их данным, заболеваемость глаукомой в мире составила 60,5 млн на 2010 г. и достигнет 79,6 млн к 2020 г. [3].

Термин «рефрактерная глаукома» (РГ) объединяет клинические формы глаукомы, характеризующиеся тяжёлым течением и устойчивостью к традиционным методам лечения [1].

В эту группу включают неоднократно безуспешно оперированную первичную глаукому, юношескую глаукому, глаукому в афакичном и псевдофакичном глазу, вторичные глаукомы (увеальная, неоваскулярная, посттравматическая и связанная с хирургическими вмешательствами), врождённую и глаукому при иридокорнеальных синдромах.

Отличительная особенность РГ заключается в выраженной фибропластической активности тканей глаза, приводящей к быстрому рубцеванию и облитерации созданных в ходе операций путей оттока водянистой влаги [4, 6].

Лечение РГ представляет собой одну из сложнейших задач современной офтальмологии [5].

Наиболее эффективным методом лечения РГ является хирургический. На современном этапе существует три основных направления в лечении РГ: циклодеструктивные вмешательства (ЦДВ), использование цитостатиков и имплантация дренажей [6]. Однако анализ научных публикаций показал, что при различных хирургических вмешательствах в лечении глаукомы, особенно в её развитой и далекозашедшей стадии, гипотензивный эффект не всегда стабилен и достаточно высок риск таких интра- и послеоперационных осложнений, как гипотония, ограничение подвижности глазного яблока, протрузия дренажа, формирование кистозной подушки, эрозия конъюнктивы, смещение импланта, гифема, эндотелиально-эпителиальная дистрофия роговицы, послеоперационная гипотония и др. [7, 9].

Попытки применения цитостатиков для пролонгирования гипотензивного эффекта, снижения рубцевания и послеоперационных осложнений не оправдали всеобщих надежд и в свою очередь сопровождались такими тяжёлыми осложнениями, как образование тонкостенной капсулы, формирование кистозной фильтрационной подушки, быстрое снижение гипотензивного эффекта [8, 11].

Различные деструктивные воздействия на цилиарное тело, которые позволяют прежде всего сохранить глаз как орган, а также достичь анальгетического и гипотензивного эффекта без вскрытия фиброзной капсулы глазного яблока, всегда привлекали внимание офтальмологов.

Впервые циклодеструкция (ЦД) как метод лечения терминальной глаукомы была предложена Н. Weve в 1933 г., использовавшим непенетрирующую диатермию для селективной деструкции цилиарных отростков. В 1936 г. А. Vogt модифицировал технологию, применяя диатермический зонд с пенетрацией склеры в 2,5–5 мм от лимба. Долгие годы эта операция была стандартной циклодеструктивной процедурой выбора. Механизм действия диатермокоагуляции заключался в воздействии на сосудисто-нервные сплетения и структуру цилиарного тела, вызывая их денервацию, частичную атрофию с последующим уменьшением выработки внутриглазной жидкости [12, 13].

Однако пенетрирующая диатермия оказалась недостаточно эффективной в плане снижения внутриглазного давления (ВГД) и давала высокий процент осложнений, наиболее грозным из которых была атрофия глазного яблока. В связи с этим метод не вошёл в широкую медицинскую практику, но продолжался поиск более эффективных и безопасных методов воздействия на цилиарное тело [14].

В 1950 г. G. Bietti предложил использовать холод в качестве циклодеструктивного элемента, а также представил первые результаты экспериментальных и клинических исследований. Поскольку циклокриотерапия была более предсказуемой и вызывала меньше осложнений, чем пенетрирующая циклодиатермия, она постепенно вытеснила последнюю технику и до недавнего времени была самой распространённой циклодеструктивной методикой лечения терминальной глаукомы. Для выполнения этой процедуры применяли аппликатор с площадкой 4 мм, охлаждаемый снегом уголекислоты, которым наносили шесть аппликаций по лимбу с экспозицией 30–60 с.

Воздействие холодом на цилиарное тело вызывало ишемический некроз пигментированного и непигментированного эпителия цилиарных отростков и нарушало их способность вырабатывать влагу. Процесс холодовой деструкции заканчивался атрофией плоской части цилиарного тела [15].

По данным И. Джуда (2004), в отдалённом периоде данный метод позволяет стабилизировать ВГД на уровне 27 мм рт. ст. и ниже в 37,5 % случаев, а при назначении гипотензивных капель продлить эффект удаётся только в 50 % случаев. Купирование болевого синдрома происходит примерно у 65 % пациентов [16].

После циклокриодеструкции практически во всех случаях отмечались боль, транзиторный подъём ВГД и увеит, который трудно поддавался лечению местными противовоспалительными препаратами [14]. В качестве осложнений наблюдались также снижение остроты зрения у 30–60 % больных, гифема и гемофтальм, симпатическая офтальмия, гипотония (12 %), при которой практически нельзя предотвратить атрофию глазного яблока (2006). Гипотензивный эффект также был нестойкий: только у 66 % пациентов удалось компенсировать ВГД на длительный срок [15].

В 80-е гг. активно изучались различные модификации технологии холодовой деструкции цилиарного тела. Были разработаны комбинированные методы лечения РГ в виде сочетания криопексии с другими хирургическими и лазерными антиглаукоматозными вмешательствами. Комбинированная хирургия включала создание новых путей оттока и снижение секреции внутриглазной жидкости [17].

Криопексия на ограниченном участке склеры в сочетании с фистулизирующей хирургией с использованием дренажей и без, с применением циклодиализа с различными модификациями и др. позволила несколько повысить эффективность (до 80 %, по данным разных авторов) и снизить количество осложнений после данного вида антиглаукоматозной операции [18].

Из клинически значимых осложнений раннего послеоперационного периода можно выделить гипертензию (10,9 %), экссудативную реакцию (32,6 %), гифему (26,1 %), отслойку сосудистой оболочки (6,5 %) [19].

Тем не менее из-за высокой частоты осложнений и непредсказуемости результатов криотерапии при лечении глаукомы поиск более безопасных циклодеструктивных методик не прекращался [20].

Появление технологии с использованием лазерной энергии стало важнейшим историческим этапом в лечении глаукомы. Применить свет с целью деструкции цилиарного тела предложили R. Weekers et al. (1961), впервые использовавшие ксеноновую фотокоагуляцию. Авторам не удалось продемонстрировать её преимуществ перед проникающей диатермией, но исследования продолжались [10].

Одним из преимуществ лазерных ЦДВ является их способность более точно фокусировать лучи в зоне воздействия, а также низкая абсорбция лазерной энергии тканью-передатчиком (склера), что позволяло снизить количество осложнений [22].

Для лазерной фотокоагуляции с циклодеструктивной целью предлагали рубиновый, неодимовый, аргоновый, диодный и криптоновый лазеры [23].

В начале 70-х гг. прошлого века особую популярность приобрели ЦДВ с использованием энергии Nd:YAG-лазера. Впервые данную методику применили R. Smith и M. Stain в 1969 г. [24].

Методика достаточно простая, малоинвазивная, может быть применена в амбулаторных условиях, она оказывала выраженный гипотензивный эффект, и, что не мало важно, её хорошо переносили пациенты [25, 26]. Доставка лазерной энергии осуществлялась двумя способами: бесконтактным и контактным.

Бесконтактную методику впервые применили С. Hampton, M.B. Shields в 1988 г. С помощью лазера, вмонтированного в щелевую лампу, наносили 30–40 аппликатов на 360° в 2 мм от лимба. По данным разных авторов, снижение ВГД и купирование болевого синдрома удавалось достигнуть в 65–70 % случаев. Среди осложнений были отмечены потеря остаточных зрительных функций — 4–50 %, фтизис — 6–8 %, отёк роговицы — 6 % и гифема — 0,6 % случаев [21, 27, 29].

Одна из проблем бесконтактного метода заключалась в эффекте обратного рассеивания лазерной энергии на границе «воздух–ткань», который удалось ослабить при помощи контактного метода [30].

Для контактной коагуляции использовали гибкий световод с наконечником, который прикладывали к склере для доставки лазерной энергии. Впервые в России данную методику предложили М.М. Краснов и Л.П. Наумиди в 1988 г. В ходе процедуры наносили от 16 до 40 коагулятов с экспозицией от 0,12 до 10 с в проекции цилиарного

тела по всей окружности, обходя зону на 3 и 9 ч (зона расположения задних длинных цилиарных артерий). Метод зарекомендовал себя как достаточно эффективный, но всё ещё не позволял добиться стойкого гипотензивного эффекта в отдалённом периоде и избежать осложнений [31].

Помимо этого, метод не вошёл в широкую практику в отечественной медицине ввиду недостаточной технической оснащённости [32].

В начале 90-х гг. благодаря фундаментальным работам В.В. Волкова (1991, 1993) и Э.В. Бойко (2000, 2012) началось активное внедрение в клиническую практику диодного лазера для транссклеральной контактной ЦД. Транссклеральная циклофотокоагуляция (ЦФК) зарекомендовала себя как высокоэффективная и безопасная методика, а простота в использовании и невысокие экономические затраты позволили широко использовать данную технологию и в настоящее время [26].

Существуют различные способы доставки лазерной энергии к ткани-мишени: транспупиллярный, эндоскопический и транссклеральный [33].

Транспупиллярную ЦФК проводят аргоновым лазером с энергией 700–1000 мВ и длительностью каждого воздействия 0,1 с. Величину необходимой энергии подбирают соответственно степени побледнения ткани. Цилиарные отростки визуализируют посредством непрямой гониоскопии с помощью линзы Гольдмана, склерального вдавления и при наличии большой иридоэтомии, широкой передней синехии или аниридии, смещающей радужку вперёд. Клинические наблюдения показали, что, хотя транспупиллярная лазерная ЦФК может применяться как хирургический метод у ряда больных, результаты её непредсказуемы. Не редко возникают такие осложнения, как ириты, иридоциклиты, гифемы, круговые задние синехии [34]. Сложность визуализации цилиарных отростков не позволила методу войти в широкую клиническую практику [28, 36].

Эндоскопическую ЦФК впервые стали применять в начале 90-х гг. Для данной технологии используют диодный лазер длиной волны 810 нм. Она может быть проведена двумя способами.

1. Интраокулярная ЦФК с эндоскопической визуализацией: необходимы дополнительные эндоскопические зонды с источником света и видеокамерой, позволяющей визуализировать цилиарное тело на экране в режиме реального времени. Зонды вводят интраокулярно через фиброоптику 18–20 G [37, 38].

2. Интравитреальная ЦФК с транспупиллярной визуализацией: использование данного метода возможно при проведении лентэктомии или витрэктомии через *pars plana* [35, 40]. По данным разных авторов, эффективность эндоскопической ЦД составляет от 17 до 82 % [41–45]. Среди осложнений методики описаны гемофтальм, гипотония, отслойка сосудистой оболочки, снижение зрения [46]. Широкое применение эндоскопической ЦФК затруднено ввиду технической сложности метода. Однако некоторые авторы считают методику перспективной для лечения пациентов с высокими зрительными функциями вследствие меньшей травматичности воздействия лазера на ткани цилиарного тела [39].

Известны также методы транссклерального воздействия на цилиарное тело вакуумом (пневоциклодеструкция) и ультразвуковыми волнами (УЗ ЦФК).

В основе пневоциклодеструкции лежит идея механического разрушения ткани цилиарного тела с помощью отрицательного давления. Для этого могут быть использованы такие инструменты, как вакуумная помпа микрокератома и вакуумное кольцо, применяемые при рефракционных операциях. Под местной инстилляционной анестезией на глаз устанавливают вакуумное кольцо и нагнетают вакуум до значений ВГД 60 мм рт. ст. При этом уровень ВГД контролируют апланационным тонометром Барракера. Длительность воздействия составляет 65–80 с. После снятия кольца остаётся демаркационная линия в проекции зоны цилиарного тела, которая бесследно исчезает примерно через сутки. По данным клинического исследования Т.Б. Джафарли и др. (2003), в которое вошло 46 глаз (42 пациента) с первичной открытоугольной глаукомой I–III стадий, в отдалённом периоде (11 мес.) у всех пациентов ВГД было стабилизировано на уровне 17–18 мм рт. ст. без дополнительной гипотензивной терапии [47, 49].

УЗ ЦФК проводят с помощью УЗ-офтальмокомплекса (2004), который оснащён УЗ-генератором и специальным зондом с шаровидным наконечником. Установлено, что нефокусированный ультразвук проходит через ткани без видимых эффектов. Однако, будучи сфокусированным, он вызывает локальное тепловое воздействие. С помощью специального ультразвукового зонда в 2 мм от лимба наносят 6–10 УЗ-аппликаций с амплитудой 15 мкм, частотой 42–44 кГц и экспозицией 2–3 с (по данным разных авторов, может

потребуется несколько сеансов в зависимости от заданных параметров). После процедуры гониоскопически визуализируется перераспределение пигмента и видна взвесь пигментных клеток во влаге передней камеры. Основным механизмом действия заключается в деструкции беспигментного эпителия цилиарного тела, что приводит к снижению выработки водянистой влаги, а также, возможно, в усилении её оттока через трабекулярную сеть и по увеосклеральному пути. У больных терминальной глаукомой данная технология позволяет снизить ВГД до 27 мм рт. ст. и ниже (64,7 % случаев), устранить болевой синдром (84 % случаев) и сохранить остаточные зрительные функции. К ранним послеоперационным осложнениям относятся иридоциклит (15,7 %) и кровоизлияния под конъюнктиву (15,7 %) с увеличением частоты до 20,0 и 46,7 % соответственно при вторичной глаукоме [50, 51].

На сегодняшний день количество клинических исследований с использованием вакуума или ультразвука для ЦД невелико. Данные технологии требуют специального оборудования и определённых навыков хирурга, в связи с чем они не получили широкого распространения.

Таким образом, происходит активное внедрение транссклеральной ЦФК в клиническую практику. Благодаря высокой эффективности, безопасности, простоте в использовании и невысокой стоимости оборудования метод транссклеральной диод-лазерной ЦФК начал занимать лидирующую позицию среди других видов ЦДВ в лечении терминальной глаукомы [33].

Понимание места транссклеральной ЦФК в реальной клинической практике на сегодняшний день очень точно отражено в цитате из литературного обзора О.В. Хомчик и др. (2012): «Циклодеструктивные технологии, или ЦДВ, в хирургическом лечении глауком, как правило, являются резервными, их применяют в тех случаях, когда все другие операции малоэффективны, неэффективны либо представляются бесперспективными. ЦДВ трудноконтролируемы и труднодозированы, в ряде случаев — это «хирургия отчаяния» (last resort surgery). Тем не менее ЦДВ обладают рядом преимуществ, к которым относятся скорость и простота выполнения, неинвазивность, а также возможность использования, когда другие вмешательства невыполнимы» [48].

В настоящее время основным показанием для применения транссклеральной ЦФК является терминальная глаукома с болевым синдромом. Для выполнения операции используют

диодные лазерные приборы ЛАХТА-МИЛОН, АЛОД-01 АЛМАЗ, DC-3300 Nidek и др. со следующими характеристиками: длина волны — 810 нм, выходная мощность излучения — 0,1–3 Вт, длина волны прицельного лазера — 650 нм, длительность непрерывного импульса излучения до нескольких минут.

Гипотензивный эффект операции основан на снижении продукции внутриглазной жидкости вследствие частичной атрофии цилиарного тела и его отростков (Волков В.В. и др., 1991, 1993; Качанов А.Б., 1995, 1998; Краснов М.М., Наумиди Л.П., 1988; Бойко Э.В. и др., 2012). Существует также мнение, что развитие гипотензивного эффекта связано с послеоперационной ишемией, вызванной тромбозом сосудов цилиарного тела, расширением супрахориоидального пространства и, как следствие, увеличением оттока жидкости по супрахориоидальному пространству [53].

По данным многих авторов, эффективность (снижение офтальмотонуса и купирование болевого синдрома) контактной транссклеральной диод-лазерной ЦФК варьирует в различные сроки наблюдения. В частности, эффективность гипотензивного действия транссклеральной диод-лазерной ЦФК колеблется от 25 до 86 %, в этих случаях компенсировать ВГД удалось с использованием гипотензивного режима в послеоперационном периоде и без него. Эффективность антиангиального эффекта достигает практически 100 % [32, 54]. Однако были отмечены серьёзные осложнения: реактивный иридоциклит — 75,5 %, увеит — 10–19 % [5, 46, 52, 56], гифема — 3,3–11,4 %, гемофтальм — 0,5–4 % [57–60], гипотония — 0,8–18 % с переходом в субатрофию глаза — 0,8–3,5 % [46, 52, 61, 62].

Данные осложнения зависят от энергии излучения лазера и длительности его воздействия на ткани, а также от индивидуальных характеристик склеры. С увеличением энергии импульса отмечаются более выраженные термальные деструктивные эффекты, а превышение определённого уровня энергии приводит к развитию механического взрывоподобного повреждения тканей. Индивидуальный подбор параметров позволяет снизить риск осложнений и повысить эффективность операции [32, 38, 63].

Хотя вероятность осложнений при лазерной ЦФК сохраняется, она всё же значительно ниже, чем при других видах ЦД. Разработка новых лазеров и методик ЦД в лечении пациентов с различными стадиями глаукомы представляет на сегодняшний день актуальную задачу.

Так, A.P. Rotchford et al. (2010); S.J. Gedde et al. (2012) провели сравнение между транссклеральной ЦФК, хирургической антиглаукоматозной операцией (АГО) с использованием трубчатых дренажей и классической АГО проникающего типа. В исследование вошли пациенты с начальной и развитой первичной открытоугольной глаукомой, ВГД от 26 до 40 мм рт. ст. и остротой зрения 0,4 и выше. Срок наблюдения составил 5 лет, а в качестве результата оценивали остроту зрения и уровень ВГД.

В группе пациентов после транссклеральной ЦФК исследовано 49 глаз (43 пациента), среди которых у 79,6 % достигнуто ВГД 16 мм рт. ст. и ниже и у 30,6 % острота зрения снизилась на две строчки и более [63]. В группу пациентов с использованием трубчатых дренажей вошло 107 глаз (107 пациентов), среди которых у 63,9 % удалось снизить ВГД до $14,4 \pm 6,9$ мм рт. ст. и у 46,6 % пациентов острота зрения снизилась на две строчки и более [65]. В группу пациентов после трабекулэктомии вошло 105 глаз (105 пациентов), среди которых у 63,5 % было достигнуто ВГД $12,6 \pm 5,9$ мм рт. ст. и у 43 % пациентов острота зрения снизилась на две строчки и более. Таким образом, метод транссклеральной ЦФК показал сопоставимые результаты в сравнении с хирургическими АГО [65]. Данные работы позволили задуматься о возможности использования транссклеральной ЦФК в качестве стартового метода лечения глаукомы на начальной и развитой стадиях заболевания.

Одной из новых современных технологий в лазерной офтальмохирургии является технология с применением микроимпульсного лазера (MicroPulse). MicroPulse — это способ лазерной доставки, который позволяет более точно контролировать фототермические эффекты в тканях. В случае лазера с непрерывной волной излучения повышение температуры контролируют путём регулирования мощности и продолжительности лазерного воздействия. Технология MicroPulse позволяет раздробить непрерывный лазерный луч на короткие последовательные импульсы, «ширину» (ON time) и «интервал» (OFF time) которых регулирует хирург. Более короткая «ширина» ограничивает время, в течение которого лазерное излучение распространяется на соседние ткани, обеспечивая тем самым точный контроль подаваемой энергии. Увеличение «интервала» между импульсами позволяет охлаждать ткани до следующего импульса.

Технологию микроимпульса широко используют в медицине. В настоящее время спектр её

применения значительно расширился: в эстетическая офтальмология, в лазерная хирургия сетчатки — лечение возрастной макулярной дегенерации, диабетической ретинопатии, диабетического и кистозного макулярного отёка различной этиологии, центральной серозной хориоретинопатии, серозной отслойки пигментного эпителия [64, 67–73].

С начала 2000-х гг. технологию микроимпульса стали использовать для лечения глаукомы на различных стадиях, появились модификации методов транссклеральной ЦФК и лазерной трабекулопластики. Микроимпульсная транссклеральная циклофотокоагуляция (мЦФК) стала доступной с появлением на рынке прибора Cyclo G6 Glaucoma Laser System фирмы IRIDEX (США). При работе по данной методике придерживаются следующих параметров лазера: длина волны — 810 нм, энергия импульса — 50–300 мВт, экспозиция — до 90 с, зонды MicroPulse P3, устройство G-Probe и G-Probe Illuminate, режим MicroPulse с рабочим циклом 1–50 % [74].

С появлением приборов Supra 532 Laser System (Франция), «ЛАХТА-МИЛОН» (Россия), IRIDEX IQ 577 (США) появилась методика микроимпульсной лазерной трабекулопластики (МЛТ). Методику выполняют со следующими параметрами лазера: длина волны — 577–810 нм, энергия импульса — 300–1000 мВт, длительность — до 300 мс, размер пятна — 250–300 мкм и рабочий цикл — 15 %. Методики с использованием технологии MicroPulse активно изучают, проводится множество клинических исследований с положительными результатами в отдалённом периоде (от 6 мес. до 5 лет), что позволяет считать данное направление в офтальмологии перспективным [75, 76].

Однако, несмотря на почти 20-летний опыт использования технологии микроимпульса, в литературе отсутствуют доказанные научные данные о механизме действия метода, как и не сложилось единого мнения о том, какие энергетические параметры микроимпульсного излучения являются оптимальными для достижения наилучшего клинического результата в том или ином случае. Предположительные механизмы действия микроимпульсного лазера подтверждаются результатами клинических исследований.

Исследователи, изучавшие влияние микроимпульсного лазера при различной патологии сетчатки, одним из возможных механизмов действия лазера считают селективное воздействие на пигментный эпителий при минимальном по-

вреждении окружающих тканей. Благодаря короткой длительности импульса и непродолжительному рабочему циклу температура в клетках пигментного эпителия повышается избирательно [77]. Минимальное повреждение пигментного эпителия на уровне органелл клетки вызывает его регенерацию, активацию метаболических процессов, резорбцию жидкости, способствует поддержанию гематоретинального барьера, транспорту веществ, активации синтеза внутриклеточных биологических факторов, таких как фактор пигментного эпителия PEDF, который помимо антиангиогенной активности оказывает мощный нейротрофический и нейропротективный эффект, поддерживает клеточную жизнеспособность за счёт уменьшения апоптоза [78–81].

J.R. Samples et al. (2011), D.M. Grzowski et al. (2007) провели гистологическое сравнение состояния трабекулярной сети после МЛТ, селективной лазерной трабекулопластики (СЛТ) и аргонной лазерной трабекулопластики (АЛТ). Лазерная энергия, используемая при МЛТ, не вызывает видимых клинических изменений, таких как «обесцвечивание» трабекулярной ткани или образование пузырьков. Эффект воздействия лазера был исследован с помощью гистопатологической оценки аутопсийных глаз, которые подверглись АЛТ, СЛТ и МЛТ. После АЛТ на трабекулярной сети образовывался большой коагулят, тогда как трабекулярная сеть после СЛТ и МЛТ оставалась полностью неповреждённой. Наиболее вероятная теория снижения ВГД после МЛТ основана на том, что под воздействием сублетальной фототермической стимуляции клетки трабекулярной сети высвобождают множество цитокинов (включая интерлейкин-1 β , фактор некроза опухоли α и белок теплового шока) и матричные металлопротеиназы, которые увеличивают естественный отток [82–84].

Одним из первых больших клинических исследований, посвящённых мЦФК, стала работа A.M. Tan et al. (2010). В исследование вошли 40 глаз с РГ с уровнем ВГД $39,3 \pm 12,6$ мм рт. ст. на максимальном гипотензивном режиме с и без хирургической АГО в анамнезе, остротой зрения 0,1 и ниже. Срок наблюдения — до двух лет. Всем пациентам выполняли парабутьбарную анестезию и при необходимости добавляли анестезию во время операции. Использовали лазерную установку фирмы Iris Medical Instruments (USA) со следующими параметрами: длина волны — 810 нм, мощность — 2000 МВт, длительность цикла — 100 с (по 50 с на верхний и нижний

сегменты, обходя зоны на 3 и 9 ч), работа лазера составила 31,3 %. В послеоперационном периоде всем пациентам назначали местные глюкокортикостероиды на неделю. Гипотензивный режим не изменяли.

Если ВГД снижалось менее чем на 30 % за первую неделю, то проводили повторное лечение, при котором время работы лазера увеличивали до 160 с с теми же параметрами лазера. По результатам данного исследования в 80 % случаев за период наблюдения было достигнуто давление цели на фоне использования гипотензивных капель и без них. На следующий день после операции уровень ВГД в среднем составил $31 \pm 13,4$ мм рт. ст., через месяц — $27 \pm 12,7$ мм рт. ст., через год — $24,7 \pm 10,8$ мм рт. ст. По мере снижения ВГД регулировали гипотензивный режим

В 10 % случаев было отмечено некоторое улучшение зрения. На глазах с неоваскулярной глаукомой (17,5 %) возникла гифема. В 20 % случаев не удалось достигнуть целевого давления, из них — 13 % глаз, на которых лечение проводили дважды. Случаев гипотонии и других осложнений зафиксировано не было. По мнению автора, основной эффект лазера направлен на улучшение увеосклерального оттока за счёт активации пигментного эпителия цилиарного тела и механического влияния лазера на его ткани [85–87].

О.И. Баум (2016) изучал механизмы модификации структуры и свойств биологических тканей под воздействием лазерного излучения, одна из глав его работы посвящена исследованиям воздействия лазера на роговицу и склеру.

В рамках данной исследования в экспериментально-морфологической части авторы изучали воздействие микроимпульсного лазера на микроструктурные изменения фиброзной оболочки глаза человека (*in vitro*), его влияние на гидропроницаемость склеры глаз животных *in vivo*. Исследование (*in vivo* и *in vitro*) выявило, что неоднородный нагрев импульсно-периодическим лазерным излучением всего на несколько градусов позволяет увеличить гидравлическую проницаемость тканей паралимбальной области склеры глаза в несколько раз.

К концу эксперимента (45-е сутки) очаг воздействия в области склеры глаза кролика представлял собой утолщённый участок рыхлой, отёчной гипоцеллюлярной ткани, выступающей в сторону хориоидеи. Главной особенностью, отличающей очаг воздействия к этому сроку, следует считать значительное расширение супрахориоидального

пространства, что предполагает некоторое увеличение увеального оттока ВГЖ в области лазерного воздействия, а также локального транссклерального пассажа, о чём свидетельствует состояние склеральной ткани в области очага: рыхлая гипергидратированная и бесклеточная [88, 89].

Гипотензивный эффект оценивали по результатам клинических исследований у 76 пациентов (76 глаз) с РГ и ВГД 35 мм рт. ст. и выше. В зависимости от технологии (традиционная и оригинальная) лазерного вмешательства выделяли две группы пациентов. В работе использовали лазерную офтальмологическую установку ЛАХТА-МИЛОН (Санкт-Петербург, Россия) с излучением на длине волны 1,56 мкм для основной группы и лазерную установку фирмы Iridex (США) с излучением на длине волны 0,83 мкм для группы сравнения. В результате клинических исследований было показано, что в обеих группах уровень ВГД в течение первых двух месяцев после лазерного вмешательства имел тенденцию к понижению. Так, процент гипотензивного эффекта ко второму месяцу наблюдений составил 78 % в 1-й группе и 56 % во 2-й группе (без дополнительной гипотензивной терапии). Однако далее уровень ВГД начал повышаться, но в 1-й группе (основной) отмечалась относительная стабильность положительного результата. Через 12 мес. значения ВГД составляли $21,0 \pm 2,0$ мм рт. ст. для основной группы и $30,0 \pm 4,0$ мм рт. ст. для группы сравнения.

Обнаруженное в результате клинических исследований при помощи ультразвуковой биомикроскопии утолщение склеральной ткани в зоне лазерного воздействия одновременно с незначительным истончением цилиарного тела соответствовало экспериментальным данным о формировании в склере новых пор [90, 91].

Nathan Radcliffe (2015) представил клинические случаи из личной практики о возможностях использования технологии мЦФК для лечения глаукомы на различных стадиях. По его мнению, данная технология безопасна, эффективна и может быть поставлена на один уровень с традиционной хирургией непроницающего типа и хирургией с использованием шунтов.

Особое значение автор придаёт контингенту пациентов, у которых мЦФК является методом выбора. В первую очередь это пожилые, одинокие, маломобильные пациенты, забывающие капать капли, неспособные самостоятельно себя обеспечивать, а также пациенты с тяжёлой со-

путствующей системной и глазной патологией, при которой традиционная хирургия трудновыполнима или неэффективна (косоглазие, нистагм, хронический увеит, закрытый угол передней камеры, неоваскуляризация переднего отрезка глаза, хирургические АГО в анамнезе, в том числе с использованием шунтов).

мЦФК в амбулаторных условиях позволяет сократить время, проведённое пациентом в клинике, а отсутствие серьёзных осложнений и плавно нарастающий эффект снижения ВГД особенно важны, когда у хирурга нет возможности наблюдать пациента в раннем послеоперационном периоде [92, 93].

Особое внимание в применении технологии микроимпульсного лазера стоит уделить неоваскулярной глаукоме, которая представляет собой одну из самых тяжёлых форм РГ и относится к 4-й степени рефрактерности по классификации А.М. Бессмертного и В.П. Еричева (2003). Независимо от этиологического фактора основным звеном патогенеза развития неоваскулярной глаукомы являются ишемия и гипоксия внутренних слоёв сетчатки, вызывающих выработку вазопротерогенных факторов. Под действием ангиогенных факторов, стимулирующих миграцию и пролиферацию эндотелиальных клеток, происходит компенсаторный рост и развитие новообразованных сосудов в сетчатке, а последующая диффузия VEGF в стекловидное тело и водянистую влагу вызывает неоваскуляризацию структур переднего отрезка глаза [94, 95].

Консервативное лечение данной формы глаукомы в основном неэффективно. Хирургическое лечение зачастую осложняется кровотечением из новообразованных сосудов, рубцеванием зоны АГО. В настоящее время единственными методами лечения неоваскулярной глаукомы являются ЦДВ, имплантация различных дренажей и клапанных устройств с одновременным применением антиметаболитов [96].

Анти-VEGF-терапия патогенетически ориентирована и способствует уменьшению неоваскулярного процесса, однако её эффект носит временный характер, поэтому требуются повторные инъекции препаратов данной группы [97].

В литературе зафиксированы случаи, когда у пациентов с неоваскулярной глаукомой после лазерной циклофотокоагуляции наблюдались регрессия новообразованных сосудов радужки и структур угла передней камеры [98] и, наоборот, развитие неоваскуляризации переднего

отрезка глаза, несмотря на панретинальную лазеркоагуляцию сетчатки и введение антиметаболитов [99].

Результаты таких исследований натолкнули на мысль о возможной секреции VEGF клетками цилиарного тела.

Изучая данную теорию, V. Kakarla, M.D. Chalam et al. (2014) провели морфологическое исследование, в которое вошло 16 энуклеированных глаз человека (8 глаз с неоваскулярной глаукомой и 8 глаз в группе контроля). С помощью иммуногистохимического анализа было установлено, что плотность иммуноокрашивания VEGF в структурах ресничного тела была значительно выше в глазах с неоваскулярной глаукомой по сравнению с группой контроля. Таким образом, можно сделать вывод, что непигментированный ресничный эпителий является ещё одним важным источником VEGF в глазу и, возможно, патогенетической точкой приложения для лечения неоваскулярной глаукомы [100]. Однако опыт лечения неоваскулярной глаукомы с использованием анти-VEGF-препаратов и мЦФК незначителен.

Таким образом за последние 85 лет ЦД перестала быть методом отчаяния. Технология микроимпульсного лазера — это эффективный и безопасный альтернативный метод лечения различных форм глаукомы на различных стадиях, а также патологии сетчатки. MicroPulse — стала технологией широких возможностей благодаря меньшей инвазивности, безопасности, быстрой послеоперационной реабилитации и высокой эффективности. Безусловно, использование данной технологии является перспективным и актуальным направлением в лечении различной глазной патологии.

Конфликт интересов отсутствует.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров Е.А. Национальное руководство по глаукоме для практикующих врачей. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. — 279 с. [Egorov EA. Natsional'noe rukovodstvo po glaukome dlya praktikuyushchikh vrachev. Moscow: GEOTAR-Media; 2011. 279 p. (In Russ.)]
2. iapb.org [Internet]. Glaucoma [cited 2019 Jul 19]. Available from: www.iapb.org/knowledge/what-is-avoidable-blindness/glaucoma/.
3. Quigley HA, Broman AT. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *Br J Ophthalmol.* 2006;90(3):262-267. <https://doi.org/10.1136/bjo.2005.081224>.
4. Нестеров А.П. Глаукома. — М.: Медицина, 1995. — 246 с. [Nesterov AP. Glaukoma. Moscow: Meditsina; 1995. 246 p. (In Russ.)]
5. Алексеев В.Н. Осложнения и причины неуспеха антиглаукоматозных операций: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. — Л., 1988. [Alekseev VN. Oslozhneniya i prichiny neuspekha antiglaukoma-toznykh operatsiy. [dissertation] Leningrad; 1988. (In Russ.)]
6. Астахов Ю.С., Егоров Е.А., Астахов С.Ю., Брезель Ю.А. Хирургическое лечение «рефрактерной» глаукомы // РМЖ. Клиническая офтальмология. — 2006. — Т. 7. — № 1. — С. 25–27. [Astakhov YS, Egorov EA, Astakhov SY, Brezel YA. Surgical treatment of refractory glaucoma. *RMZh. Klinicheskaya oftal'mologiya.* 2006;7(1):25-27. (In Russ.)]
7. Волков В.В., Качанов А.Б. Диод-лазерная транссклеральная контактная циклокоагуляция (ДЛТКЦ) в лечении вторичных глауком с офтальмогипертензией // Офтальмологический журнал. — 1993. — № 3. — С. 274–277. [Volkov VV, Kachanov AB. Diod-lazernaya transskleral'naya kontaktnaya tsiklokoagulyatsiya (DLTKTs) v lechenii vtorichnykh glaukom s oftal'mogipertenziey. *Oftal'mologicheskii zhurnal.* 1993;(3):274-277. (In Russ.)]
8. Фабрикантов О.Л., Николашин С.И., Пирогова Е.С. Хирургия рефрактерной глаукомы — показания, осложнения, исходы // Вестник Тамбовского университета. — Серия «Естественные и технические науки». — 2016. — Т. 21. — № 1. — С. 204–207. [Fabrikantov OL, Nikolashin SI, Pirogova ES. The refractory glaucoma surgery — the indications, complications, outcomes. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: estestvennye i tekhnicheskije nauki.* 2016;21(1):204-207. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.20310/1810-0198-2016-21-1-204-207>.
9. Егоров Е.А. Международное руководство по глаукоме. Т. 2. Клиника глаукомы. — М., 2016. — 183 с. [Egorov EA. Mezh-dunarodnoe rukovodstvo po glaukome. Vol. 2. Klinika glaukomy. Moscow; 2016. 183 p. (In Russ.)]
10. Гогаева Л.Б. Новые подходы к амбулаторному хирургическому лечению открытоугольной глаукомы и сочетания её с катарактой: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — М., 2008. — 145 с. [Gogaeva LB. Novye podkhody k ambulatornomu khirurgicheskomu lecheniyu otkrytougol'noi glaukomy i sochetaniya ee s kataraktoy. [dissertation] Moscow; 2008. 145 p. (In Russ.)]
11. Гайер О., Анисимова С.Ю., Анисимов С.И., и др. Кистозные изменения фильтрационной подушки после применения цитостатиков при антиглаукоматозной операции. Экспериментальные исследования // Национальный журнал глаукома. — 2016. — Т. 15. — № 3. — С. 3–8. [Gaier O, Anisimova SY, Anisimov SI, et al. Cystoid bleb changes after cytostatics application in glaucoma surgery. Experimental study. *Russian journal of glaucoma.* 2016;15(3):3-8. (In Russ.)]
12. Vogt A. Versuche zur intraokularen druckherabsetzung mittelst diathermieschädigung des corpus ciliare (Zyklodiathermies-tichelung). *Klin Monatsbl Augenheilkd.* 1936;97:672-673.
13. Weve H. Die Zyklodiatermie das Corpus ciliare bei Glaukom. *Zentralbl Ophthalmol.* 1933;29:562-569.
14. Большая медицинская энциклопедия Т. 12 / под ред. Б.В. Петровского. — 3-е изд. — М.: Советская энциклопедия, 1980. — 536 с. [Bol'shaya Meditsinskaya Entsiklopediya. Vol. 12. Ed. by B.V. Petrovskiy. 3rd ed. Moscow: Sovetskaya entsiklopediya; 1980. 536 p. (In Russ.)]

15. Bietti G. Surgical intervention on the ciliary body. *JAMA*. 1950; 142(12):889. <https://doi.org/10.1001/jama.1950.02910300027006>.
16. Джуда И. Клинико-экспериментальное обоснование ультразвуковой циклодеструкции в лечении глаукомы: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2004. – 18 с. [Dzhuda I. Kliniko-eksperimental'noe obosnovanie ul'trazvukovoy tsiklodestruktsii v lechenii glaukomy. [dissertation] Saint Petersburg; 2004. 18 p. (In Russ.)]
17. Бакунина Н.А. Комбинированное хирургическое лечение некоторых форм рефрактерной глаукомы: Дис. ... канд. мед. наук. – М., 2006. – 194 с. [Bakunina NA. Kombinirovannoe khirurgicheskoe lechenie nekotorykh form refrakternoy glaukomy. [dissertation] Moscow; 2006. 194 p. (In Russ.)]
18. Жданова Л.В. Прямая циклокриопексия в сочетании с кератостомией при терминальной неоваскулярной глаукоме с болевым синдромом: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Л., 1988. – 16 с. [Zhdanova LV. Pryanaya tsiklokriopeksiya v sochetanii s keratostomiey pri terminal'noy neovaskulyarnoy glaukome s boleвым sindromom. [dissertation] Leningrad; 1988. 16 p. (In Russ.)]
19. Эль-Айди И.С. Криовискохирургия рефрактерной глаукомы (экспериментально-клиническое исследование): Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2013. – 25 с. [El'-Aydi IS. Krioviskokhirurgiya refrakternoy glaukomy (eksperimental'no-klinicheskoe issledovanie). [dissertation] Moscow; 2013. 25 p. (In Russ.)]
20. Бабушкин А.Э. Циклодеструктивные вмешательства в лечении рефрактерной глаукомы (обзор литературы) // Точка зрения. Восток–Запад. – 2014. – № 2. – С. 16–18. [Babushkin AE. Tsiklodestrukтивnye vmeshatel'stva v lechenii refrakternoy glaukomy (obzor literatury). *Tochka zreniya. Vostok–Zapad*. 2014;(2):16-18. (In Russ.)]
21. Laser Treatment and Photocoagulation of the Eye. Proceedings of the international symposium. Munich, 1982. Ed. by R. Birngruber, V.P. Gabel. Dordrecht: Springer; 1984.
22. Нестерова Е.Е. Ультразвуковая биомикроскопия в выборе хирургического лечения больных глаукомой: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2010. – 22 с. [Nesterova EE. Ul'trazvukovaya biomikroskopiya v vybere khirurgicheskogo lecheniya bol'nykh glaukomoy: [dissertation] Moscow; 2010. 22 p. (In Russ.)]
23. Cohen EJ, Schwartz LW, Luskind RD, et al. Neodymium: YAG laser transscleral cyclophotocoagulation for glaucoma after penetrating keratoplasty. *Ophthalmic Surg*. 1989;20(10):713-716.
24. Beiran I, Rootman DS, Trope GE, Buys YM. Long-term results of transscleral Nd: YAG cyclophotocoagulation for refractory glaucoma postpenetrating keratoplasty. *J Glaucoma*. 2000;9(3):268-272. <https://doi.org/10.1097/00061198-200006000-00011>.
25. Schubert HD, Agarwala A, Arbizio V. Changes in aqueous outflow after in vitro neodymium: yttrium aluminum garnet laser cyclophotocoagulation. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1990;31(9):1834-1838.
26. Бойко Э.В., Куликов А.Н., Скворцов В.Ю. Лазерная циклодеструкция: термотерапия или коагуляция // XII Всероссийская школа офтальмолога; Москва, 14–17 март 2013 г. – М., 2013. – С. 45–55. [Boiko EV, Kulikov AN, Skvortsov VY. Lazer-naya tsiklodestruktsiya: termoterapiya ili koagulyatsiya. In: Proceedings of the 12th All-Russian School of Ophthalmology; Moscow, 14–17 Mar 2013. Moscow; 2013. P. 45–55. (In Russ.)]
27. Большунов А.В. Новые технологии в разработке и совершенствовании лазерных методов лечения заболеваний переднего и заднего отделов глаза: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 1994. – 54 с. [Bol'shunov AV. Novye tekhnologii v razrabotke i sovershenstvovanii lazernykh metodov lecheniya zabolevaniy perednego i zadnego otdelov glaza. [dissertation] Moscow; 1994. 54 p. (In Russ.)]
28. Shields MB, Wilkerson MH, Echelman DA. A comparison of two energy levels for noncontact transscleral neodymium-YAG cyclophotocoagulation. *Arch Ophthalmol*. 1993;111(4):484-487. <https://doi.org/10.1001/archophth.1993.01090040076034>.
29. Threlkeld AB, Shields MB. Noncontact transscleral Nd: YAG cyclophotocoagulation for glaucoma after penetrating keratoplasty. *Am J Ophthalmol*. 1995;120(5):569-576. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(14\)72203-2](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(14)72203-2).
30. Бойко Э.В., Шишкин М.М., Березин Ю.Д. Диодный лазер в офтальмологической операционной. – СПб.: Военно-медицинская академия, 2000. [Boiko EV, Shishkin MM, Berezin YD. Diodnyy lazer v oftalmologicheskoy operatsionnoy. Saint Petersburg: Voenno-meditsinskaya akademiya; 2000. (In Russ.)]
31. Краснов М.М., Наумиди Л.П. Трансклеральная контактная лазерная циклокоагуляция при глаукоме // Вестник офтальмологии. – 1988. – № 4. – С. 35–39. [Krasnov MM, Naumidi LP. Transskleral'naya kontaktnaya lazernaya tsiklokoagulyatsiya pri glaukome. *Annals of ophthalmology*. 1988;(4):35-39. (In Russ.)]
32. Дробница А.А. Оптимизация технологии контактной трансклеральной диод-лазерной циклофотокоагуляции на основе оценки анатомо-функциональных изменений глаза у пациентов при терминальной болящей глаукоме: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2015. – 26 с. [Drobnitsa AA. Optimizatsiya tekhnologii kontaktnoy transskleral'noy diod-lazernoy tsiklofoto-koagulyatsii na osnove otsenki anatomo-funktsional'nykh izmenenii glaza u patsientov pri terminal'noy bolyashchey glaukome. [dissertation] Moscow; 2015. 26 p. (In Russ.)]
33. Большунов А.В., Ильина Т.С., Полева Р.П. Лазерное лечение резистентных форм глаукомы // Актуальные проблемы офтальмологии: Тезисы докладов юбилейного симпозиума. – М., 2003. – С. 215–219. [Bol'shunov AV, Il'ina TS, Poleva RP. Lazernoe lechenie rezistentnykh form glaukomy. In: Aktual'nye problemy oftalmologii. Tezisy dokladov yubileinogo simpoziuma. Moscow; 2003. P. 215-219. (In Russ.)]
34. Murthy GJ, Murthy PR, Murthy KR, et al. A study of the efficacy of endoscopic cyclophotocoagulation for the treatment of refractory glaucoma. *Indian J Ophthalmol*. 2009;57(2):127-132. <https://doi.org/10.4103/0301-4738.45502>.
35. Прокофьева М.И. Современные хирургические подходы к лечению рефрактерной глаукомы. Обзор литературы // РМЖ. Клиническая офтальмология. – 2010. – Т. 11. – № 3. – С. 104–108. [Prokof'eva MI. Modern surgical approaches to treatment of refractory glaucoma. (Literary review). *RMZh. Klinicheskaya Oftalmologiya*. 2010;11(3):104-108. (In Russ.)]

36. Kim DD, Moster MR. Transpupillary argon laser cyclophotocoagulation in the treatment of traumatic glaucoma. *J Glaucoma*. 1999;8(5):340-341. <https://doi.org/10.1097/00061198-199910000-00011>.
37. Lin SC. Endoscopic and transscleral cyclophotocoagulation for the treatment of refractory glaucoma. *J Glaucoma*. 2008;17(3):238-247. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e31815f2539>.
38. Дулуб Л.В. Циклодеструктивная хирургия глаукомы // Медицинские новости. – 2002. – № 10. – С. 3–8. [Dulub LV. Tsiklodestruktivnaya khirurgiya glaukomy. *Meditsinskie novosti*. 2002;(10):3-8. (In Russ.)]
39. Fleischman JA, Swartz M, Dixon JA. Argon laser endophotocoagulation. An intraoperative trans-pars plana technique. *Arch Ophthalmol*. 1981;99(9):1610-1612. <https://doi.org/10.1001/archophth.1981.03930020484017>.
40. Zarbin MA, Michels RG, de Bustros S, et al. Endolaser treatment of the ciliary body for severe glaucoma. *Ophthalmology*. 1988;95(12):1639-1648. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(88\)32963-5](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(88)32963-5).
41. Волков В.В., Качанов А.Б. Трансклеральная диодмикрoлазерная циклофотокоагуляция в лечении осложнённых форм глаукомы // Тезисы докладов VI съезда офтальмологов России; Москва, 22–24 сентября 1994 г. – М., 1994. – С. 215. [Volkov VV, Kachanov AB. Transskleral'naya diodmikrolazernaya tsiklofotokoagulyatsiya v lechenii oslozhnennykh form glaukomy. In: Proceedings of the 6th Congress of ophthalmologists of Russia; Moscow, 22-24 Sep 1994. Moscow; 1994. P. 215. (In Russ.)]
42. Chen J, Cohn RA, Lin SC, et al. Endoscopic photocoagulation of the ciliary body for treatment of refractory glaucomas. *Am J Ophthalmol*. 1997;124(6):787-796. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(14\)71696-4](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(14)71696-4).
43. Francis BA, Kawji AS, Vo NT, et al. Endoscopic cyclophotocoagulation (ECP) in the management of uncontrolled glaucoma with prior aqueous tube shunt. *J Glaucoma*. 2011;20(8):523-527. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3181f46337>.
44. Kahook MY, Lathrop KL, Noecker RJ. One-site versus two-site endoscopic cyclophotocoagulation. *J Glaucoma*. 2007;16(6):527-530. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3180575215>.
45. Lin S. Endoscopic cyclophotocoagulation. *Br J Ophthalmol*. 2002;86(12):1434-1438. <https://doi.org/10.1136/bjo.86.12.1434>.
46. Walland MJ. Diode laser cyclophotocoagulation: longer term follow up of a standardized treatment protocol. *Clin Exp Ophthalmol*. 2000;28(4):263-267. <https://doi.org/10.1046/j.1442-9071.2000.00320.x>.
47. Тулин Д.В., Куликов А.Н., Скворцов В.Ю. Сравнительный анализ некоторых параметров безопасности применения эндоскопической лазерной циклодеструкции и трансклеральной лазерной циклотермотерапии при хирургическом лечении глаукомы // Современные технологии в офтальмологии. – 2018. – № 4. – С. 247–249. [Tulin DV, Kulikov AN, Skvortsov VY. Sravnitel'nyy analiz nekotorykh parametrov bezopasnosti primeneniya endoskopicheskoy lazernoy tsiklodestruksii i transskleral'noy lazernoy tsikloterмотерапии pri khirurgicheskom lechenii glaukomy. *Sovremennye tekhnologii v oftalmologii*. 2018;(4):247-249. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.25276/2312-4911-2018-5-74-76>.
48. Джафарли Т.Б. Использование пневмоциклодеструкции в лечении открытоугольной глаукомы // РМЖ. Клиническая офтальмология. – 2003. – № 2. – С. 80. [Dzhafarli TB. Ispol'zovanie pnevmotsiklodestruksii v lechenii otkrytougol'noy glaukomy. *RMZh. Klinicheskaya Oftalmologiya*. 2003;(2):80. (In Russ.)]
49. Патент РФ на изобретение № 2200522/ 20.03.2003. Джафарли Т.Б., Сулягин С.А., Егоров Е.А., Покровский Ф.Г. Способ лечения глаукомы путём пневмоциклодеструкции. [Patent RUS No.2200522/ 20.03.2003. Dzhafarli TB, Sutyagin SA, Egorov EA, Pokrovskiy FG. Sposob lecheniya glaukomy putem pnevmotsiklodestruksii. (In Russ.)]
50. Должич Г.И. Ультразвуковая циклодеструкция как органосохраняющая операция при глаукоме // Г.И. Должич, И. Джуда. Брошевские чтения: сб. 3-й Всерос. науч.-практ. конф.; Самара, 2002. – С. 48–49. [Dolzhich G.I. Ul'trazvukovaya tsiklodestruksiya kak organosokhrannnaya operatsiya pri glaukome. In: G.I. Dolzhich, I. Dzhusda. Broshevskie chteniya: sbornik tret'yey Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Samara; 2002. P. 48-49. (In Russ.)]
51. Патент РФ на изобретение № 2177285/ 25.12.2001. Должич Г.И., Джуда И. Способ лечения глаукомы путём трансклеральной ультразвуковой циклодеструкции. [Patent RUS № 2177285/25.12.2001. Dolzhich GI, Dzhusda I. Sposob lecheniya glaukomy putem transskleral'noy ul'trazvukovoy tsiklodestruksii. (In Russ.)]
52. Хомчик О.В., Большунов А.В., Ильина Т.С. Лазерные циклодеструктивные технологии в лечении глауком // Вестник офтальмологии. – 2012. – Т. 128. – № 3. – С. 54–59. [Khomchik OV, Bol'shunov AV, Il'ina TS. Laser cyclodestructive procedures in glaucoma treatment. *Annals of ophthalmology*. 2012;128(3):54-59. (In Russ.)]
53. Мехмет Д., Большунов А.В., Шмелева-Демир О.А., Зиангирова Г.Г. Сравнительная оценка эффективности трансклеральной диодлазерной циклофотокоагуляции при контактной и бесконтактной методиках (экспериментально-морфологическое исследование) // Вестник офтальмологии. – 2005. – Т. 121. – № 4. – С. 14–17. [Mekmet D, Bol'shunov AV, Shmeleva-Demir OA, Ziangirova GG. Comparative evaluation of the efficiency of transscleral diode laser cyclophotocoagulation during contact and contactless procedures: experimental morphological study. *Annals of ophthalmology*. 2005;121(5):14-17. (In Russ.)]
54. Поступаев А.В., Сорокин Е.Л., Егоров В.В., Поступаева Н.В. Клиническая эффективность применения трансклеральной циклофотокоагуляции для купирования высокого уровня внутриглазного давления при фактоморфической глаукоме, обусловленной набуханием хрусталика // Офтальмохирургия. – 2015. – № 1. – С. 23–26. [Postupaev AV, Sorokin EL, Egorov VV, Postupaeva NV. Clinical efficiency of transscleral cyclophotocoagulation for lowering of high level of intraocular pressure at

- primary angle-closure glaucoma caused by a lens swelling. *Ophthalmosurgery*. 2015;(1):23-26. (In Russ.)
55. Качанов А.Б. Диод-лазерная транссклеральная циклокоагуляция в лечении различных форм глауком и офтальмогипертензий: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — М., 1995. — 30 с. [Kachanov AB. Diod-lazernaya transskleral'naya tsiklokoagulyatsiya v lechenii razlichnykh form glaukom i oftalmogipertenzii. [dissertation] Moscow; 1995. 30 p. (In Russ.)]
 56. Ключев Г.О. Эффект попкорна при транссклеральной диодной лазерной циклокоагуляции // Офтальмологический журнал. — 2006. — № 3. — С. 195–196. [Klyuev GO. Effekt popkorna pri transskleral'noy diodnoy lazernoy tsiklokoagulyatsii. *Oftal'mologicheskii zhurnal*. 2006;(3):195-196. (In Russ.)]
 57. Бикбов М.М., Бикбулатов Р.М., Абсалямов М.Ш., и др. Применение клапанного дренажа AHMED при вторичной неоваскулярной глаукоме // IV Всероссийская научная конференция молодых учёных «Актуальные проблемы офтальмологии»; Уфа, 7–8 июня 2009 г. — Уфа, 2009. — С. 417–419. [Bikbov MM, Bikbulatov RM, Absalyamov MS, et al. Primenenie klapanogo drenazha AHMED pri vtorichnoy neovaskulyarnoy glaukome. In: Proceedings of the 4th All-Russian Scientific Conference of Young Scientists "Aktual'nye problemy oftalmologii"; Ufa, 7–8 Jun 2009. Ufa; 2009. P. 417-419. (In Russ.)]
 58. Бикбов М.М., Бабушкин А.Э., Чайка О.В., и др. Рефрактерная глаукома: дренажная хирургия или фистулизирующая операция // Сборник научных статей XI международного конгресса «Глаукома: теории, тенденции, технологии. HRT клуб Россия»; Москва, 6–7 декабря 2013 г. — М., 2013. — С. 73–75. [Bikbov MM, Babushkin AE, Chayka OV, et al. Refrakternaya glaukoma: drenazhnaya khirurgiya ili fistuliziruyushchaya operatsiya. In: Proceedings of the 11th International Congress "Glaukoma: teorii, tendentsii, tekhnologii. HRT klub Rossiya"; Moscow, 6–7 Dec 2013. Moscow; 2013. P. 73-75. (In Russ.)]
 59. Еричев В.П. Современные принципы гипотензивной терапии глаукомы // Научно-практическая конференция «Глаукома: реальность и перспективы»; Москва, 25–26 сентября 2008 г. — М., 2008. — С. 220–223. [Erichiev VP. Sovremennye printsipy gipotenzivnoy terapii glaukomy. In: Proceedings of the Scientific and practical conference "Glaukoma: real'nost' i perspektivy"; Moscow, 25–26 Sep 2008. Moscow; 2008. P. 220-223. (In Russ.)]
 60. Николашин С.И., Фабрикантов О.Л. Применение дренажной клапанной системы Ahmed у пациентов с терминальной болящей глаукомой: проблемы и решения // Сборник научных статей IX международного конгресса «Глаукома: теории, тенденции, технологии. HRT-клуб Россия»; Москва, 2 декабря 2011 г. — М., 2011. — С. 234–238. [Nikolashin SI, Fabrikantov OL. Primenenie drenazhnoy klapannoy sistemy Ahmed TM u patsientov s terminal'noy bolyashchey glaukomy: problemy i resheniya. In: Proceedings of the 9th International Congress "Glaukoma: teorii, tendentsii, tekhnologii. HRT-klub Rossiya"; Moscow; 2 Dec 2011. Moscow; 2011. P. 234-238. (In Russ.)]
 61. Egbert PR, Fiadoyor S, Budenz DL, et al. Diode laser transscleral cyclophotocoagulation as a primary surgical treatment for primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol*. 2001;119(3):345-350. <https://doi.org/10.1001/archoph.119.3.345>.
 62. Iliev ME, Gerber S. Long-term outcome of trans-scleral diode laser cyclophotocoagulation in refractory glaucoma. *Br J Ophthalmol*. 2007;91(12):1631-1635. <https://doi.org/10.1136/bjo.2007.116533>.
 63. Егорова Э.В., Соколовская Т.В., Узунян Д.Г., Дробница А.А. Оценка результатов контактной транссклеральной диод-лазерной циклодеструкции с учётом изменений цилиарного тела при исследовании методом ультразвуковой биомикроскопии у больных с терминальной глаукомой // Офтальмохирургия. — 2013. — № 3. — С. 72–77. [Egorova EV, Sokolovskaya TV, Uzunyan DG, Drobnitsa AA. Optimization of contact transscleral diode laser cyclophotocoagulation technique in patients with terminal glaucoma on the basis of ultrasound biomicroscopy. *Ophthalmosurgery*. 2013;(3):72-77. (In Russ.)]
 64. Rotchford AP, Jayasawal R, Madhusudhan S, et al. Transscleral diode laser cycloablation in patients with good vision. *Br J Ophthalmol*. 2010;94(9):1180-1183. <https://doi.org/10.1136/bjo.2008.145565>.
 65. Gedde SJ, Schiffman JC, Feuer WJ, et al. Treatment outcomes in the Tube Versus Trabeculectomy (TVT) study after five years of follow-up. *Am J Ophthalmol*. 2012;153(5):789-803.e782. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2011.10.026>.
 66. Friberg TR, Karatza EC. The treatment of macular disease using a micropulsed and continuous wave 810-nm diode laser. *Ophthalmology*. 1997;104(12):2030-2038. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(97\)30061-x](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(97)30061-x).
 67. Moorman CM, Hamilton AM. Clinical applications of the Micro-Pulse diode laser. *Eye (Lond)*. 1999;13(Pt 2):145-150. <https://doi.org/10.1038/eye.1999.41>.
 68. Shih-Yu T. Clinical application of micropulse diode laser in the treatment of macular edema. *Am J Ophthalmol*. 2005;139(4):S58.
 69. Ohkoshi K, Yamaguchi T. Subthreshold micropulse diode laser photocoagulation for diabetic macular edema in Japanese patients. *Am J Ophthalmol*. 2010;149(1):133-139. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2009.08.010>.
 70. Parodi MB, Spasse S, Iacono P, et al. Subthreshold grid laser treatment of macular edema secondary to branch retinal vein occlusion with micropulse infrared (810 nanometer) diode laser. *Ophthalmology*. 2006;113(12):2237-2242. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2006.05.056>.
 71. Luttrull JK. Laser for BRVO: History and current practice. *Retina Today*. 2011:74-76.
 72. Ricci F, Missiroli F, Cerulli L. Indocyanine green dye-enhanced micropulsed diode laser: a novel approach to sub-threshold RPE treatment in a case of central serous chorioretinopathy. *Eur J Ophthalmol*. 2018;14(1):74-82. <https://doi.org/10.1177/112067210401400115>.
 73. Battaglia-parodi M, Sheth S, Papayannis A, Bandello F. Treatment of serous pigment epithelium detachment with sub-threshold micropulse diode laser photocoagulation: a case report. *Eur J Ophthalmol*. 2018;19(5):887-889. <https://doi.org/10.1177/112067210901900501>.

74. Tan AM, Chockalingam M, Aquino MC, et al. Micropulse transscleral diode laser cyclophotocoagulation in the treatment of refractory glaucoma. *Clin Exp Ophthalmol*. 2010;38(3):266-272. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9071.2010.02238.x>.
75. Samples JR, Singh K, Lin SC, et al. Laser trabeculoplasty for open-angle glaucoma: a report by the american academy of ophthalmology. *Ophthalmology*. 2011;118(11):2296-2302. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2011.04.037>.
76. Tsang S, Cheng J, Lee JW. Developments in laser trabeculoplasty. *Br J Ophthalmol*. 2016;100(1):94-97. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2015-307515>.
77. Володин П.Л., Иванова Е.В., Соломин В.А., и др. Первый опыт применения селективного микроимпульсного режима (577 нм) с индивидуально подобранными энергетическими параметрами для лечения острой центральной серозной хориоретинопатии // Практическая медицина. – 2017. – Т. 2. – № 9. – С. 55–59. [Volodin PL, Ivanova EV, Solomin VA, et al. The first experience of the use of selective micropulse laser treatment (577 nm) with individual selection of parameters for acute central serous chorioretinopathy. *Prakticheskaya meditsina*. 2017;2(9):55-59. (In Russ.)]
78. Дога А.В., Качалина Г.Ф., Горшков И.М., Куранова О.И. Перспективы применения микроимпульсного лазерного воздействия при макулярном отёке после хирургического удаления эпиретинальной мембраны // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – № 4. – С. 71–74. [Doga AV, Kachalina GF, Gorshkov IM, Kuranova OI. Prospects of micropulse laser impact at macular edema after surgical removal of epiretinal membranes. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2013;(4):71-74. (In Russ.)]
79. Станишевская О.М., Тонкопий О.В. Применения субпорогового лазерного воздействия (СМИЛВ) с использованием жёлтого диодного лазера 577 нм (Quantel medical) в лечении отёчной макулопатии при посттромботической ретинопатии (ПТР) // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – № 12. – С. 220–222. [Stanishevskaya OM, Tonkopi OV. The use of subthreshold micropulse laser exposure using yellow 577 nm diode laser ("Quantel medical") in the treatment of post-thrombotic edema maculopathy. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2015;(12):220-222. (In Russ.)]
80. Cao W, Tombran-Tink J, Chen W, McGinnis J. Pigment epithelium derived factor protects retinal neurons against hydrogen peroxide induced cell death. *J Neurosci Res*. 1999;40:160.
81. Дога А.В., Качалина Г.Ф., Педанова Е.К., Буряков Д.А. Технология комбинированного лазерного лечения диабетического макулярного отёка. Первые результаты // Журнал офтальмохирургия. – 2016. – № 1. – С. 39–44. [Doga AV, Kachalina GF, Pedanova EK, Buryakov DA. Combined laser technology in diabetic macular edema treatment. A pilot study. *Ophthalmosurgery*. 2016;(1):39-44. (In Russ.)]
82. Samples JR, Singh K, Lin SC, et al. Laser trabeculoplasty for open-angle glaucoma: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*. 2011;118(11):2296-2302. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2011.04.037>.
83. Grzybowski DM, Kim B, Roberts CJ, Weber PA. Cytokine & MMP production after laser irradiation in responsive vs non-responsive cultured human TM EC. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2007;48(13):2068.
84. Kim B, Grzybowski DM, Mahmoud AM, et al. Heat shock protein expression following micropulse and continuous wave diode laser irradiation of cultured human trabecular meshwork endothelial cells. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008;49(13):1632.
85. Tan AM, Chockalingam M, Aquino MC, et al. Micropulse transscleral diode laser cyclophotocoagulation in the treatment of refractory glaucoma. *Clin Exp Ophthalmol*. 2010;38(3):266-272. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9071.2010.02238.x>.
86. Schubert HD, Agarwala A. Quantitative CW Nd: YAG pars plana transscleral photocoagulation in postmortem eyes. *Ophthalmic Surg*. 1990;21(12):835-839.
87. Liu GJ, Mizukawa A, Okisaka S. Mechanism of intraocular pressure decrease after contact transscleral continuous-wave Nd: YAG laser cyclophotocoagulation. *Ophthalmic Res*. 1994;26(2):65-79. <https://doi.org/10.1159/000267395>.
88. Большунов А.В., Соболев Э.Н., Фёдоров А.А., и др. Изучение возможности усиления фильтрации внутриглазной жидкости при неразрушающем лазерном воздействии на склеру в проекции плоской части цилиарного тела // Вестник офтальмологии. – 2013. – Т. 129. – № 1. – С. 22–26. [Bol'shunov AV, Sobol' EN, Fedorov AA, et al. The study of opportunity of aqueous humor filtration increase after nondestructive laser exposure of sclera in the site of pars plana projection (experimental study). *Annals of ophthalmology*. 2013;129(1):22-26. (In Russ.)]
89. Баум О.И. Механизмы модификации хрящевой ткани и тканей глаза под действием лазерного излучения: Автореф. дис. ... д-ра физ.-мат. наук. – М., 2016. – 255 с. [Baum OI. Mekhanizmy modifikatsii khryashchevoy tkani i tkaney glaza pod deistviem lazer-nogo izlucheniya. [dissertation] Moscow; 2016. 255 p. (In Russ.)]
90. Соболев Э.Н., Большунов А.В., Баум О.И. Биофизические аспекты взаимодействия лазерного излучения с тканями глаза // Сборник трудов научно-практической конференции «Лазеры в офтальмологии: вчера, сегодня, завтра»; Москва, 24–25 сентября 2009 г. – М., 2009. – С. 484–488. [Sobol' EN, Bol'shunov AV, Baum OI. Biofizicheskie aspekty vzaimodeistviya lazernogo izlucheniya s tkanyami glaza. In: Proceedings of the Scientific and practical conference "Lazery v oftal'mologii: vchera, segodnya, zavtra"; Moscow, 24–25 Sep 2009. Moscow; 2009. P. 484-488. (In Russ.)]
91. Аветисов С.Э., Большунов А.В., Хомчик О.В., и др. Лазериндуцированное повышение гидропроницаемости склеры в лечении резистентных форм открытоугольной глаукомы // Национальный журнал глаукома. – 2015. – Т. 14. – № 2. – С. 5–13. [Avetisov SE, Bol'shunov AV, Khomchik OV, et al. Laser-induced increase of scleral hydroporability in the treatment of resistant forms open-angle glaucoma. *Russian journal of glaucoma*. 2015;14(2):5-13. (In Russ.)]

92. Robert JN. MicroPulse P3 Glaucoma device revolutionizes cyclophotocoagulation. *Insert to Glaucoma Today*. 2015;13(2):1-2.
93. Radcliffe N. Revolutionize treatment of simple and complex glaucoma cases with the new MicroPulse P3 procedure. *Insert to Glaucoma Today*. 2015;13(4):1-2.
94. Tripathi RC, Lixa J, Tripathi BJ, et al. Increased level of vascular endothelial growth factor in aqueous humor of patients with neovascular glaucoma. *Ophthalmology*. 1998;105(2):232-237. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(98\)92782-8](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(98)92782-8).
95. Диабетическая офтальмопатия / под ред. Л.И. Балашевича, А.С. Измайлова. — СПб.: Человек, 2012. — 336 с. [Diabeticheskaya oftal'mopatiya. Ed. by L.I. Balashevich, A.S. Izmaylov. Saint Petersburg: Chelovek; 2012. 336 p. (In Russ.)]
96. Полунина М.А., Карлова Е.В., Радайкина М.В., и др. Неоваскулярная глаукома: ретроспективный анализ трёхлетнего опыта хирургического лечения пациентов // Медицинский вестник Башкортостана. — 2016. — Т. 11. — № 1. — С. 78–81. [Polunina MA, Karlova EV, Radaikina MV, et al. Neovascular glaucoma: a retrospective review of 3-year surgery experience. *Bashkortostan medical journal*. 2016;11(1):78-81. (In Russ.)]
97. Молоткова И.А., Терещенко А.В., Белый Ю.А. Применение антиангиогенной терапии при неоваскулярной глаукоме // Новые технологии диагностики и лечения заболеваний органа зрения в Дальневосточном регионе. — Хабаровск, 2013. — С. 213–216. [Molotkova IA, Tereshchenko AV, Belyu YA. Primenenie antiangiogennoy terapii pri neovaskulyarnoy glaukome. In: *Novye tekhnologii diagnostiki i lecheniya zabolevaniy organa zreniya v Dal'nevostochnom regione*. Khabarovsk; 2013. P. 213-216. (In Russ.)]
98. Chalam KV, Gandham S, Gupta S, et al. *Pars plana* modified Baerveldt implant versus neodymium: YAG cyclophotocoagulation in the management of neovascular glaucoma. *Ophthalmic Surg Lasers*. 2002;33(5):383-393.
99. Малышев А.С., Турутина А.О., Турутина Ал.О. Панретиальная лазерная коагуляция сетчатки как основной метод лечения пролиферативной диабетической ретинопатии — современные технологии лечения витреоретиальной патологии // Сборник тезисов VII научно-практической конференции «Современные технологии лечения витреоретиальной патологии»; Москва, 19–20 марта 2009 г. — М., 2009. [Malyshev AS, Turutina AnO, Turutina AIO. Panretinal'naya lazernaya koagulyatsiya setchatki kak osnovnoy metod lecheniya proliferativnoy diabeticheskoy retinopatii. In: *Proceedings of the 7th Scientific and practical conference "Sovremennye tekhnologii lecheniya vitreoretinal'noy patologii"*; Moscow, 19–20 Mar 2009. Moscow; 2009. (In Russ.)]
100. Chalam KV, Brar VS, Murthy RK. Human ciliary epithelium as a source of synthesis and secretion of vascular endothelial growth factor in neovascular glaucoma. *JAMA Ophthalmol*. 2014;132(11):1350-1354. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2014.2356>.

Сведения об авторах

Татьяна Викторовна Соколовская — канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник отдела хирургии глаукомы. ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр «Межотраслевой научно-технический комплекс «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Фёдорова» Минздрава России, Москва. E-mail: dr.sokolvt@mail.ru.

Мария Ивановна Тихонова — ординатор отдела хирургии глаукомы. ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр «Межотраслевой научно-технический комплекс «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Фёдорова» Минздрава России, Москва. E-mail: TikhonovaMNTK@yandex.ru.

Information about the authors

Tatyana V. Sokolovskaya — Ph.D., Leading Research Associate of Glaucoma Surgery Department. S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Moscow, Russia. E-mail: dr.sokolvt@mail.ru.

Maria I. Tikhonova — Resident of Glaucoma Surgery Department. S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Moscow, Russia. E-mail: TikhonovaMNTK@yandex.ru.