

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-1-138-144>



Возможности использования микроимпульсной циклофотокоагуляции в лечении различных типов глаукомы. Часть 2: применение микроимпульсной циклофотокоагуляции на разных стадиях глаукомы при сочетанной офтальмопатологии и при врожденной глаукоме

О.В. Ермакова, Е.А. Рагозина

ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Новосибирский филиал, ул. Колхидская, д. 10, Новосибирск, 630096, Россия

Микроимпульсная циклофотокоагуляция — это относительно новая методика лазерного лечения глаукомы, которая активно вошла в клиническую практику благодаря своей эффективности, относительной безопасности, технической простоте выполнения и скорости обучения. В первой части обзора представлена история, механизмы действия и протокол проведения МЦФК [РОЖ, 2024; 17(4): 111–115]. Вторая часть обзора посвящена месту МЦФК в ступенчатой парадигме лечения глаукомы, в том числе у пациентов с высокой остротой зрения. Представлен также анализ имеющихся публикаций о возможности применения МЦФК у пациентов с сочетанной патологией и у детей.

Ключевые слова: микроимпульсная циклофотокоагуляция; первичная открытоугольная глаукома; врожденная глаукома; внутриглазное давление; вторичная глаукома

Конфликт интересов: отсутствует.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Ермакова О.В., Рагозина Е.А. Возможности использования микроимпульсной циклофотокоагуляции в лечении различных типов глаукомы. Часть 2: применение микроимпульсной циклофотокоагуляции на разных стадиях глаукомы, при сочетанной офтальмопатологии и при врожденной глаукоме. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (1): 138-44. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-1-138-144>

Micropulse cyclophotocoagulation in the treatment of various types of glaucoma. Part 2: MPCPC at different stages of glaucoma, in combined ophthalmopathy and in congenital glaucoma

Olga V. Ermakova, Ekaterina A. Ragozina ✉

S. Fedorov Eye Microsurgery Center, Novosibirsk Branch, 10, Kolkhidskaya St., Novosibirsk, 630096, Russia
ragozina.ek@gmail.com

Micropulse cyclophotocoagulation (MPCPC) is a relatively new method of laser treatment of glaucoma, which has actively entered clinical practice due to its effectiveness, relative safety, technical simplicity of implementation and speed of training. The first part of the review presents the history, mechanisms of action and protocol for performing MPCPC [ROJ. 2024; 17 (4): 111–115]. The second part of the review is devoted to the place of MPCPC in the stepwise paradigm of glaucoma treatment, including in patients with high visual acuity. An analysis of existing publications on the possibility of using MPCPC in patients with combined pathology and in children is also presented.

Keywords: micropulse cyclophotocoagulation; primary open-angle glaucoma; congenital glaucoma; intraocular pressure; secondary glaucoma

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Ermakova O.V., Ragozina E.A. Micropulse cyclophotocoagulation in the treatment of various types of glaucoma. Part 2. MPCPC at different stages of glaucoma, in combined ophthalmopathy and in congenital glaucoma. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (1):138-44 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-1-138-144>

Место микроимпульсной циклофотокоагуляции (МЦФК) в ступенчатой парадигме лечения глаукомы. Современные клинические рекомендации и гайдлайны описывают четкий алгоритм лечения глаукомы, именуемый «ступенчатый подход», в котором каждый метод снижения внутриглазного давления (ВГД) имеет свое собственное место. Изначально МЦФК по аналогии с транссклеральной циклофотокоагуляцией (ТСЦФК) использовали на заключительных (продвинутой и терминальной) стадиях глаукомного процесса, когда другие методы были неэффективны или их проведение невозможно.

Ранее делали попытки исследования возможностей применения ТСЦФК в непрерывном режиме в качестве первичной хирургической терапии у пациентов с сохранной остротой зрения. В исследовании P. Egbert и соавт. [1] сравнивали низкоэнергетическую и высокоэнергетическую ТСЦФК в глазах с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ). Испытание проводилось в Гане, включало 92 глаза, средний период наблюдения после лечения составил 13,2 мес. Мидриаз, не зарегистрированное ранее осложнение, возникал в 28 %. Не отмечено достоверной разницы в эффективности низкоэнергетического и высокоэнергетического воздействия. ВГД снизилось в 47 % глаз в среднем на 20 %.

M. Michelessi и соавт. [2] в составе Кохрановской группы исследования глаз и зрения провели поиск и анализ публикаций до 2017 г. с целью изучения эффективности классической циклофотокоагуляции при неререфрактерной (не оперированной ранее) глаукоме. Из 7379 изученных публикаций только вышеупомянутое исследование P. Egbert и соавт. [1]

признано релевантным и завершенным. Авторы отмечают, что доказательств для оценки относительной эффективности и безопасности лазерной циклофотокоагуляции для первичного лечения неререфрактерной глаукомы в их исследовании недостаточно [2].

МЦФК введена в клиническую практику позже, но уже имеет накопленную доказательную базу и характеризуется высоким профилем безопасности и эффективности, что делает возможным проведение МЦФК в разных точках временной прямой развития глаукомы, в том числе у пациентов с высокой остротой зрения, в качестве как первичного, так и добавочного антиглаукомного вмешательства [3–6].

S. Rajendrababu и соавт. [7] сравнивали эффективность МЦФК в двух группах: у пациентов с ранее проведенным хирургическим вмешательством с целью снижения ВГД и у пациентов, использовавших только медикаментозную терапию в качестве вмешательства первого выбора. Исследователи наблюдали одинаковую эффективность МЦФК в обеих группах (снижение ВГД в среднем на 40 % от исходного) при сроке наблюдения 6 мес.

Техническая простота операции и хорошая переносимость лазерного воздействия позволяют сочетать МЦФК практически с любым видом антиглаукомных операций.

Например, исследовалась эффективность МЦФК с одномоментной имплантацией микрошунта Ex-PRESS у 25 пациентов с далеко зашедшей стадией ранее оперированной ПОУГ. Непосредственно после имплантации микрошунта Ex-PRESS проводили секторальную МЦФК по дуге окружности длиной 90° в нижней полусфере. При этом использовали относительно щадящие параметры:

энергия — 1600–1800 мДж, экспозиция — 50–60 с. Авторы сообщают, что все операции были выполнены без осложнений [8].

Возможно также комбинированное хирургическое вмешательство при закрытоугольной глаукоме. А.В. Сидорова и соавт. [9] описали метод синустрабекулэктомии с последующей одномоментной МЦФК. Как и в предыдущем исследовании, авторы ограничивали протяженность воздействия до 90° в нижней полусфере.

При тяжелых формах рефрактерной глаукомы предложено сочетание имплантации клапанного устройства одновременно с МЦФК в нижней полусфере. Авторы отмечают, что дополнительное щадящее воздействие на цилиарное тело позволяет достигнуть более стойкого гипотензивного эффекта как в раннем, так и позднем послеоперационном периоде [10].

Н.С. Ходжаев и соавт. [11] доказали эффективность и безопасность МЦФК в сочетании с интраокулярным введением ингибитора VEGF у пациентов со вторичной неоваскулярной глаукомой. МЦФК у данных пациентов выполняли через 7–14 дней после инъекции. При проведении процедуры МЦФК использовали мощность лазерного воздействия 2000 мВт, экспозицию 160 с (80 с на каждую полусферу) и рабочий цикл 31,3 %.

МЦФК на глазах с высокой остротой зрения. Применение классической ТСЦФК ограничивается преимущественно пациентами с терминальной болящей глаукомой. Воспалительные реакции и тяжелые осложнения, потенциально угрожающие зрению, делают данную процедуру опасной для остальных групп пациентов. Появление в клинической практике микроимпульсного режима позволило применять диодный лазер не только на глазах с потерянными зрительными функциями, но и у пациентов с сохраненным центральным зрением, которым по каким-либо причинам невозможно проведение антиглаукомных операций, а также у пациентов на ранних стадиях заболевания.

V. Varikuti и соавт. [12] провели ретроспективный анализ 61 глаза (46 пациентов) с высокой остротой зрения (максимальная скорректированная острота зрения (МКОЗ) $\geq 20/60$), перенесших МЦФК, при этом в 15 глазах в анамнезе было антиглаукомное хирургическое вмешательство, а в 35 глазах — лазерная трабекулопластика. Через 12 мес после МЦФК уровень снижения ВГД в среднем составил 40,2 % от исходного, при этом снижение на $\geq 20\%$ наблюдали у 85,4 % глаз. Отмечено также уменьшение количества медикаментозных препаратов у 79,6 % на ≥ 1 лекарственное вещество. Не было значительного снижения зрения по сравнению с исходным уровнем в течение периода наблюдения, однако в 20,83 % обнаружена потеря ≥ 2 строк остроты зрения по шкале LogMAR, катаракта прогрессировала на 10 из 25 факических глаз, в 2 глазах зрение снизилось на фоне длительного иридоциклита и в 2 глазах причина снижения остроты зрения не была установлена [12].

Н.И. Курышева и М.М. Раджабов [13] показали эффективность и безопасность МЦФК у 10 пациентов (10 глаз) с начальной стадией глаукомы (ср. MD-3,35 dB), которым была выполнена МЦФК. И.Э. Иошин и соавт. [14] наблюдали ранее оперированных пациентов со II и III стадиями глаукомы, у которых МКОЗ на момент лазерного вмешательства составила в среднем $0,74 \pm 0,11$ и $0,32 \pm 0,13$ соответственно и сохранялась таковой на всем периоде наблюдения (6 мес). К концу исследования ВГД было снижено на 36,2 % от исходного уровня при развитой и на 29,8 % при далеко зашедшей стадии заболевания. Авторы не сообщают о каких-либо послеоперационных осложнениях у данных пациентов.

Во всех случаях во время процедуры МЦФК, вне зависимости от стадии глаукомы, применяли стандартные параметры лазера: энергия $W = 2000$ мДж, 31,3 % — скважность, время воздействия — 80 с на одну полусферу.

Та же группа авторов провела еще одно исследование, в которое вошли пациенты с ранними (I и II) стадиями глаукомы. МКОЗ составила в среднем 0,88 (от 0,6 до 1,0). Под наблюдением находились 38 пациентов, ранее не получавших лазерное или хирургическое лечение. МКОЗ у всех пациентов оставалась на дооперационном уровне весь период наблюдения (12 мес), снижение ВГД составило в среднем 31 % от исходного [15].

О. Tekeli и Н. Köse [16] сравнивали эффект МЦФК при длительности процедуры 160 с (32 пациента) и 240 с (44 пациента) у пациентов с высоким центральным зрением (20/60 и более по шкале LogMAR). Авторы делают вывод, что из-за высокой частоты необходимости повторного лечения в 160-с группе протокол продолжительностью 240 с представляется более эффективным, чем 160-с протокол для достижения адекватного снижения ВГД. На контрольном визите через 12 мес в группе с продолжительностью воздействия 240 с острота зрения улучшилась на 3 (6,8 %) глазах, осталась неизменной на 36 (81,8 %) глазах и ухудшилась на одну строку или более на 5 (11,3 %) глазах. В группе с протоколом в 160 с острота зрения улучшилась на 2 (6,25 %) глазах, осталась неизменной на 26 (81,25 %) глазах и ухудшилась на одну строку или более на 4 (12,5 %) глазах. Среди 4 глаз с ухудшением зрения в группе 160 с у 2 чел. наблюдалась потеря зрения ≥ 2 строк по сравнению с исходным уровнем при сроке наблюдения 12 мес. В первом случае имел место отек роговицы, во втором — заболевание передней поверхности глаза, которые развились de novo после МЦФК.

МЦФК у пациентов с сопутствующей патологией. Сочетание нескольких офтальмопатологий — частая ситуация в клинической практике. Предшествующие оперативные вмешательства по поводу сопутствующей патологии могут влиять на течение ранее диагностированной глаукомы, на эффективность применяемых методов снижения ВГД, а также сами по себе могут способствовать возникновению вторичной глаукомы.

При изучении эффективности различных методов лечения коморбидные состояния обычно являются критерием исключения, поэтому особый интерес представляют редкие исследования, фокус внимания которых направлен на пациентов с сопутствующей патологией.

Например, в работе I. Kuciel-Polczak и соавт. [17] изучалась эффективность МЦФК у пациентов с наличием в анамнезе витректомии по поводу отслойки сетчатки, дислокации или сублюксации хрусталика или интраокулярной линзы, эпиретинального фиброза, макулярного отверстия и гемофтальма. Эндотампонада осуществлялась силиконовым маслом, газозооной смесью SF₆ или раствором BSS. Авторы сравнивали эффективность МЦФК как между группами с разными показаниями к витректомии, так и между группами с различным видом тампонады. Во всех группах количество используемых гипотензивных препаратов было снижено в среднем с 3 до 1 к концу периода наблюдения (180 дней). Авторы пришли к выводу, что эффективность МЦФК зависит от этиологии заболевания, по поводу которого была проведена витректомия, а также от вида эндотампонады. Меньшую эффективность МЦФК наблюдали у пациентов с предшествующим гемофтальмом и тампонадой силиконовым маслом, большую — в группах эпиретинальной мембраны и макулярного отверстия и тампонадой SF₆.

Развитие гемофтальма нередко сопровождается выраженной офтальмогипертензией. В случае отсутствия медикаментозного контроля ВГД выбор метода хирургического лечения затруднен в связи с риском геморрагических осложнений.

Под наблюдением Т.В. Соколовской и соавт. [18] находилось 11 пациентов (11 глаз). У всех пациентов был свежий гемофтальм (до 1 мес) и вторичная некомпенсированная офтальмогипертензия. У 4 пациентов наблюдалась гифема (от 2,0 до 4,0 мм). Уровень ВГД (P_0) составил 30–35 мм рт. ст. на фоне максимальной гипотензивной терапии. Всем пациентам была выполнена МЦФК. Через 1 мес после вмешательства ВГД составляло 15–25 мм рт. ст. Витректомию была выполнена в 4 случаях при отсутствии резорбции гемофтальма. Авторы делают вывод об эффективности МЦФК у пациентов с гемофтальмом и офтальмогипертензией как в случае его самостоятельного рассасывания, так и в качестве первого этапа лечения перед проведением витреоретинального вмешательства.

Данные исследования А.В. Сидоровой и соавт. [19] показали эффективность комбинированного лечения пациентов с вторичной глаукомой, вызванной эмульгированием силикона после операций по поводу отслойки сетчатки с тампонадой силиконовым маслом, включающего одномоментную имплантацию металлического микрошунта ExPRESS Model P-50 с введением дренажа Healaflo и проведением МЦФК.

Оперативное лечение заболеваний роговицы методом сквозной кератопластики часто приводит к повышению ВГД и развитию вторичной глаукомы. Поддержание нормального офтальмотонуса у данных пациентов имеет большое значение для приживления трансплантата. Трудность измерения ВГД, низкая МКОЗ, невозможность проведения компьютерной периметрии, непрозрачность оптических сред затрудняют динамическое наблюдение пациентов после кератопластики. Наличие комплекса факторов развития глаукомы снижает эффективность гипотензивных мер. Выполнение антиглаукомных операций у данных пациентов во многих случаях негативно влияет на состояние трансплантата. Трабекулэктомия повышает риск отторжения трансплантата ввиду травмы, наносимой роговичному эндотелию, а также из-за использования антиметаболитов, которые могут вызвать язвы и помутнение роговицы. Использование дренажей у пациентов с посткератопластической глаукомой более эффективно, чем трабекулэктомия, однако оно также ассоциировано с потерей эндотелиальных клеток, критичной для данных пациентов [20].

Для стабилизации офтальмотонуса у таких пациентов А.В. Сидоровой и соавт. [21] предложено использовать МЦФК с увеличенной до 2800 мВт мощностью при прочих стандартных настройках. В их исследовании участвовали 27 пациентов, при этом только у 3 из них диагноз «глаукома» присутствовал в анамнезе до проведения кератопластики, а у одного пациента ранее была проведена антиглаукомная операция. Ни в одном случае авторы не наблюдали воспалительную реакцию после лазерного воздействия. Срок наблюдения данных пациентов составлял 12 мес; ВГД к концу исследования было $24,9 \pm 1,8$ мм рт. ст. при исходном уровне $33,2 \pm 3,7$ мм рт. ст.

Частота декомпенсации ВГД после кератопластики варьирует от 10 до 42 % в зависимости от вида вмешательства, при этом повышение ВГД и развитие вторичной глаукомы возможны после проведения всех видов кератопластики, в том числе после передней послыной или эндотелиальной [22].

М. Zemba и соавт. [23] провели ретроспективное исследование 26 пациентов с вторичной глаукомой после сквозной кератопластики. Перед МЦФК медианное значение используемых топических гипотензивных средств составило 3 против 1 через 12 мес после лазерного лечения. Уменьшилось также количество пациентов, использовавших ацетазоламид *per os*: до лечения его применяли 46,2 % пациентов, к концу периода наблюдения — 11,5 %. У 80,7 % пациентов не наблюдали изменений в состоянии роговичного трансплантата, кроме того, у одного (3,84 %) пациента изначально отечный трансплантат после вмешательства стал прозрачным. Успешность снижения ВГД через 12 мес составила 76,9 %. Медианная разница значений исходного ВГД и через 12 мес составила 10 мм рт. ст.

Под наблюдением J. Lee и соавт. [24] находилось 30 глаз, при этом на 16 из них ранее была проведена сквозная кератопластика, а на 14 — задняя кератопластика DSAEK. Через 12 мес критерии успеха МЦФК отмечены в 21 (70 %) глазу, при этом гипотензивная эффективность сочеталась не только с отсутствием изменения толщины роговицы и снижения остроты зрения, но и с отсутствием статистически значимой разницы в количестве используемых гипотензивных препаратов. По мнению авторов, эффективность МЦФК не зависит от типа кератопластики. Из осложнений МЦФК отмечена эрозия роговицы в одном (3,3 %) глазу, воспалительная реакция в передней камере в 12 (40 %) глазах, отслойка сосудистой оболочки в одном (3,3 %) глазу, гипотония в одном (3,3 %) глазу, отек макулы в одном (3,3 %) глазу. Отторжение трансплантата роговицы, потребовавшее повторного проведения кератопластики, наблюдали в одном случае.

При проведении транссклеральных вмешательств решающее значение имеет состояние склеры пациента. Участки неизменной и истонченной склеры характеризуются разной степенью проницаемости для лазерного излучения. При МЦФК необходимо избегать участков истонченной склеры и производить продвижение наконечника в пределах здоровых тканей. Однако в исследовании О.В. Ермаковой показана возможность проведения МЦФК у пациентов с выраженной склеромаляцией на фоне длительного течения ревматоидного артрита, когда проведение операций фильтрующего типа и дренажная хирургия технически невозможны. При этом потребовалось уменьшение мощности лазерного излучения до 1300–1800 мВт [25].

Применение МЦФК у пациентов с субкомпенсированной открытоугольной глаукомой и токсикоаллергическим синдромом глазной поверхности (ТАСГП) позволяет уменьшить интенсивность режима инстилляций с максимального до 1–2 раз в день или полностью отменить гипотензивную терапию. Это в свою очередь уменьшает проявления ТАСГП на 47 % и повышает качество жизни пациентов в послеоперационном периоде [26].

Еще одним достоинством МЦФК является возможность сочетания данного антиглаукомного вмешательства с фактоэмульсификацией катаракты (ФЭК) у пациентов с сочетанной патологией. Лазерное вмешательство при этом выполняют непосредственно после ФЭК, используя стандартные параметры и протяженность длиной 360° [27]. В качестве осложнений после данного вида комбинированного вмешательства отмечены кистозный макулярный отек, персистирующий передний увеит, персистирующий мидриаз, дальнейшие операции по поводу глаукомы и потеря остроты зрения более чем на 2 линии Снеллена [28].

Применение МЦФК у детей. Немногочисленные исследования применения МЦФК в педиатрической практике показывают противоречивые данные о ее эффективности.

Так, через 1 мес после 15 операций методом МЦФК, выполненных по поводу врожденной глаукомы у детей от 7 мес до 17 лет, абсолютная эффективность (достижение уровня ВГД от 8 до 25 мм рт. ст. без дополнительной гипотензивной терапии) составила 14,3 %, относительная (достижение тех же цифр ВГД на фоне дополнительного медикаментозного лечения) — 100 %. К концу срока наблюдения (1–6 мес, в среднем $2,5 \pm 0,4$ мес) абсолютная эффективность — 0 %, относительная — 66,7 %. Среднее число гипотензивных препаратов, получаемых в виде инстилляций до и после МЦФК, достоверно не изменилось и составило, соответственно, $3,45 \pm 0,22$ и $2,91 \pm 0,39$ ($p = 0,167$). Осложнения после МЦФК выявлены в шести (40 %) глазах, во всех случаях наблюдалось появление или увеличение воспалительной реакции в передней камере. В двух (13,3 %) глазах, кроме того, развился незначительный мидриаз (4–5 мм) [29].

О.А. Коникина и О.В. Дискаленко [30], анализируя результаты лечения 11 детей (14 глаз) с рефрактерной глаукомой, из них 9 (11 глаз) на фоне ретинопатии недоношенных, 1 (1 глаз) с увеальной и 1 (2 глаза) с врожденной глаукомой, наблюдали ареактивное течение послеоперационного периода без признаков циклита, в отличие от высокой встречаемости увеальной реакции при первичной врожденной глаукоме, описанной в предыдущем исследовании.

На клинических примерах показана возможность использования технологии МЦФК при истончении склеры, возникшем в связи с растяжением глазного яблока при буфтальме на фоне врожденной глаукомы. В данном случае потребовалось понижение мощности лазерного излучения до 1500–2000 мВт [31].

Е. Elhefney и соавт. [32] показали эффективность и безопасность использования МЦФК у детей. В исследование были включены дети с диагнозом «врожденная глаукома», которым уже было проведено хирургическое вмешательство, и ВГД оставалось некомпенсированным на максимально переносимой медикаментозной терапии. Ни в одном из случаев (36 глаз) авторы не наблюдали послеоперационных осложнений. При сроке наблюдения 15 мес критерии успеха процедуры были достигнуты в 61 % случаев.

А. Abdelrahman и У. El Sayed [33] сравнивали МЦФК и классическую ТСЦФК у детей с рефрактерной глаукомой и пришли к выводу об эффективности обоих методов, при этом послеоперационные осложнения, отмечавшиеся у взрослых, реже наблюдались при МЦФК. Результаты указанных выше двух исследований разнятся с данными, полученными J. Lee и соавт. [34] при сравнении результатов МЦФК у детей и взрослых. Одним из ограничений данного исследования было маленькое количество пациентов в детской группе (9 глаз в группе детей и 27 в группе взрослых пациентов). Авторы отмечают, что в группе взрослых результаты аналогичны другим исследованиям данной возрастной категории, в то время как у педиатрических пациентов наблюдается непродолжительность гипотензивного эффекта. Через 12 мес повторное вмешательство было необходимо у 7 из 9 пациентов.

Низкий успех МЦФК у детей авторы объясняют несколькими причинами. Во-первых, более высокий темп регенеративных процессов у детей, в том числе происходящих в цилиарном теле, может приводить к повторному скорому подъему ВГД в этой группе. Во-вторых, наконецник для МЦФК устроен таким образом, чтобы лазерное воздействие осуществлялось в 3 мм от лимба, а у детей, в свою очередь, расположение цилиарного тела может варь-

ировать от пациента к пациенту, отличаясь от такового у взрослых [34].

Таким образом, ограниченное количество исследований у детей и противоречивость их результатов оставляют много вопросов относительно использования МЦФК при врожденной глаукоме.

Эффективность и безопасность повторной МЦФК. Решение вопроса об эффективности и профиле безопасности повторной процедуры МЦФК имеет терапевтическое значение.

Е. Lim и соавт. [35] провели ретроспективное исследование с более чем 2-летним наблюдением 43 пациентов после повторной МЦФК. Медиана успешности повторной МЦФК составила 4,6 мес. Среднее количество гипотензивных препаратов уменьшилось с $3,3 \pm 0,9$ до операции до $2,8 \pm 1,3$ на финальном осмотре ($p = 0,007$). Из послеоперационных осложнений отмечена длительная гипотония (3 глаза, 7,0 %) и фтизис глазного яблока (2 глаза, 4,7 %).

В ретроспективном исследовании S. Hooshmand и соавт. [36] наблюдали 67 глаз в течение 12 мес после первичной и 6 мес после повторной процедуры МЦФК, которая проводилась пациентам, не достигшим целевого ВГД. В отличие от предыдущего исследования, ни в одном случае не возникло послеоперационных осложнений. Полученные данные свидетельствовали о том, что повторная процедура МЦФК безопасна и даже более эффективна, чем первичное вмешательство: целевое ВГД достигнуто у 23,5 % после первой процедуры и у 44,1 % — после повторной.

В русскоязычной литературе опыт повторной процедуры описан И.Э. Иошиным и соавт. [37]. При проведении повторной процедуры суммарная лазерная энергия была увеличена до 125 Дж (при проведении первой процедуры — 100 Дж). По мнению авторов, для достижения более длительного и при этом безопасного снижения ВГД возможно использование именно такого режима. Стоит отметить, что в данном исследовании участвовали пациенты со II, III и IV стадиями глаукомы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

К настоящему моменту накоплено достаточно много свидетельств эффективности применения МЦФК при разных типах глаукомы и на разных стадиях заболевания. МЦФК доказала свою безопасность и постепенно получает более широкое распространение в сравнении с классической ТСЦФК. МЦФК на сегодняшний день является альтернативой хирургическому вмешательству как для пациентов, которые по каким-то причинам не могут или не хотят проводить антиглаукомную операцию, или в случаях, когда операция опасна ввиду высокой вероятности *wipe out* эффекта (обвала зрительных функций). Имеющиеся литературные данные показывают эффективность МЦФК не только у пациентов с рефрактерными формами глаукомы, но и на ранних стадиях заболевания, при сочетанной офтальмопатологии, в комбинации с другими видами хирургических вмешательств. Однако на сегодняшний день еще нет информации об отдаленных результатах и возможностях МЦФК касательно ее длительного гипотензивного эффекта. Применение МЦФК в педиатрической практике изучено мало, но, по имеющимся данным, ограничено ввиду анатомии детского глаза и короткой длительности эффекта от лазерного воздействия. Процедура также нуждается в модификации и стандартизации настроек лазерного воздействия для разных типов и стадий глаукомы. Остаются также неизученными прогностические факторы успешности МЦФК у разных пациентов и подробности механизма действия данного вида лазерного воздействия.

Литература/References

- Egbert PR, Fiadoyor S, Budenz DL, Dadzie P, Byrd S. Diode laser transscleral cyclophotocoagulation as a primary surgical treatment for primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol*. 2001; 119 (3): 345–50. doi: 10.1001/archophth.119.3.345
- Michelessi M, Bicket AK, Lindsley K. Cyclodestructive procedures for non-refractory glaucoma. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018 Apr 25; 4 (4): CD009313. doi: 10.1002/14651858.CD009313.pub2
- Bernardi E, Töteberg-Harms M. MicroPulse Transscleral Laser therapy demonstrates similar efficacy with a superior and more favorable safety profile compared to continuous-wave transscleral cyclophotocoagulation. *J Ophthalmol*. 2022 Feb 8; 2022: 8566044. doi: 10.1155/2022/8566044
- Chen HS, Yeh PH, Yeh CT, et al. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation in a Taiwanese population: 2-year clinical outcomes and prognostic factors. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2022; 260 (4): 1265–73. doi: 10.1007/s00417-021-05468-7
- Basto RC, Almeida J, Roque JN, et al. Clinical outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation: 2 years of experience in portuguese eyes. *J Curr Glaucoma Pract*. 2023; 17 (1): 30–6. doi: 10.5005/jp-journals-10078-1395
- Ходжаев Н.С., Сидорова А.В., Старостина А.В., Елисева М.А. Микроимпульсная транссклеральная циклофотокоагуляция в лечении глаукомы. *Российский офтальмологический журнал*. 2020; 13 (2): 105–11. [Khodzhaev N.S., Sidorova A.V., Starostina A.V., Eliseeva M.A. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation for the treatment of glaucoma. *Russian ophthalmological journal*. 2020; 13 (2): 105–11 (In Russ.)]. doi: org/10.21516/2072-0076-2020-13-2-105-111
- Rajendrababu S, Senthilkumar VA, Tara TD, et al. Short-term outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation as a primary versus additional therapy in eyes with uncontrolled glaucoma. *Indian J Ophthalmol*. 2023; 71 (1): 140–5. doi: 10.4103/ijoo.IJO_1289_22
- Сидорова А.В., Ходжаев Н.С., Елисева М.А., Старостина А.В. Дренажная хирургия рефрактерной глаукомы в сочетании с микроимпульсной циклофотокоагуляцией. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2020; 16 (1): 273–6. [Sidorova A.V., Khodzhaev N.S., Eliseeva M.A., Starostina A.V. Drainage surgery of refractory glaucoma in combination with micro-pulse cyclophotocoagulation. *Saratovskij nauchno-meditsinskij zhurnal*. 2020; 16 (1): 273–6 (In Russ.)]. https://ssmj.ru/2020/1/273
- Сидорова А.В., Козлова Е.Е., Елисева М.А., Будаева Т.А. Способ комбинированного лечения первичной закрытоугольной глаукомы. Патент РФ № 2741374; 2021. [Sidorova A.V., Kozlova E.E., Eliseeva M.A., Budaeva T.A. Method of combined treatment of primary angle-closure glaucoma. Patent RF № 2741374; 2021 (In Russ.)].
- Сидорова А.В., Старостина А.В., Елисева М.А., Смирнова Е.А. Способ комбинированного лечения тяжелых форм рефрактерной глаукомы. Патент РФ № 2741373; 2021. [Sidorova A.V., Starostina A.V., Eliseeva M.A., Smirnova E.A. Method of combined treatment of severe forms of refractory glaucoma. Patent RF № 2741373; 2021 (In Russ.)].
- Ходжаев Н.С., Сидорова А.В., Елисева М.А. Микроимпульсная циклофотокоагуляция в комбинированном лечении неоваскулярной глаукомы. *Новости глаукомы*. 2020; 1 (53): 71–5. [Khodzhaev N.S., Sidorova A.V., Eliseeva M.A. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation in the combine treatment of neovascular glaucoma. *Novosti glaukomy*. 2020; 1 (53): 71–5 (In Russ.)]. doi: 10.25276/2227-8281-1-71-75
- Varikuti VNV, Shah P, Rai O, et al. Outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in eyes with good central vision. *J Glaucoma*. 2019; 28 (10): 901–5. doi: 10.1097/IJG.0000000000001339
- Курьшева Н.И., Раджабов М.М. Транссклеральная циклофотокоагуляция в микроимпульсном режиме в лечении начальной первичной открытоугольной глаукомы. *Современные технологии в офтальмологии*. 2020; 4: 156. [Kuryshcheva N.I., Radzhabov M.M. Transscleral cyclophotocoagulation in the micropulse mode in the treatment of the initial stage of primary open angle glaucoma. *Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii*. 2020; (4): 156 (In Russ.)]. doi: 10.25276/2312-4911-2020-4-136-137
- Иошин И.Э., Толчинская А.И., Максимов И.В. Сравнительный анализ лечения пациентов с рефрактерной глаукомой различных стадий методом микроимпульсной транссклеральной циклофотокоагуляции (мЦФК). *Офтальмология*. 2022; 19 (2): 318–24. [Ioshin I.E., Tolchinskaya A.I., Maximov I.V. Comparative analysis of treatment of patients with refractory glaucoma of various stages by microimpulse transscleral cyclophotocoagulation. *Ophthalmology in Russia*. 2022; 19(2): 318–24 (In Russ.)]. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2022-2-318-324
- Иошин И.Э., Толчинская А.И., Ракова А.В., Максимов И.В. Результаты микроимпульсной циклофотокоагуляции у пациентов с ранними стадиями первичной открытоугольной глаукомы. *Национальный журнал Глаукома*. 2022; 21 (4): 22–8. [Ioshin I.E., Tolchinskaya A.I., Rakova A.V., Maximov I.V. Results of micropulse cyclophotocoagulation in patients with early stages of primary open-angle glaucoma. *Nacjonal'ny žhurnal Glaukoma*. 2022; 21 (4): 22–8 (In Russ.)]. doi: 10.53432/2078-4104-2022-21-4-22-28
- Tekeli O, Köse HC. Comparative efficacy and safety of micropulse transscleral laser cyclophotocoagulation using different duration protocols in eyes with good visual acuity. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2021; 259 (11): 3359–69. doi: 10.1007/s00417-021-05265-2
- Kuciel-Polczak I, Helemejko M, Dobrowolski D, et al. Assessment of the effectiveness of glaucoma treatment using micropulse transscleral cyclophotocoagulation in patients with glaucoma who have previously undergone vitreoretinal surgery. *Ophthalmol Ther*. 2023; 12 (1): 179–93. doi: 10.1007/s40123-022-00598-5
- Соколовская Т.В., Белоусова Е.В., Кислицына Н.М., Ибрагимова Р.Р. Гипотензивный эффект микроимпульсной лазерной циклофотокоагуляции при гемофтальме с высоким внутриглазным давлением. *Современные технологии в офтальмологии*. 2021; 3 (38): 262–4. [Sokolovskaja T.V., Belousova E.V., Kislicyna N.M., Ibragimova R.R. Hypotensive effect of micropulse laser cyclophotocoagulation in hemophthalmos with high intraocular pressure. *Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii*. 2021; 3 (38): 262–4 (In Russ.)]. doi: 10.25276/2312-4911-2021-3-262-264
- Сидорова А.В., Елисева М.А., Смирнова Е.А. Возможности применения комбинированного способа хирургического лечения вторичной глаукомы, вызванной эмульгированием силикона. *Современные технологии в офтальмологии*. 2019; 1: 169–72. [Sidorova A.V., Eliseeva M.A., Smirnova E.A. The application possibilities of the method of combined surgical treatment of secondary glaucoma causing by silicone emulsification. *Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii*. 2019; 1: 169–72 (In Russ.)]. doi: 10.25276/2312-4911-2019-1-169-172
- Anders LM, Gatziofufas Z, Grieshaber MC. Challenges in the complex management of post-keratoplasty glaucoma. *Ther Adv Ophthalmol*. 2021 Jul 20; 13: 25158414211031397. doi: 10.1177/25158414211031397
- Сидорова А.В., Старостина А.В., Печерская М.А., Стефанкова К.А. Преимущества технологии Micropulse как метода выбора лечения вторичной глаукомы у пациентов с заболеваниями роговицы. *Офтальмология*. 2022; 19 (3): 515–23. [Sidorova A.V., Starostina A.V., Pecherskaia M.A., Stefankova K.A. Advantages of micropulse technology as a method of choice for the treatment of secondary glaucoma in patients with corneal diseases. *Ophthalmology in Russia*. 2022; 19(3): 515–23 (In Russ.)]. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2022-3-515-523
- Сидорова А.В., Гелястанов А.М., Елисева М.А. Современные возможности применения технологии Micropulse в лечении вторичной глаукомы у пациентов после кератопластики (клинический случай). *Современные технологии в офтальмологии*. 2019; 5: 342–5. [Sidorova A.V., Geljastanov A.M., Eliseeva M.A. The application possibilities of the technology micropulse in treatment of secondary glaucoma in patients after keratoplasty (clinical case). *Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii*. 2019; 5: 342–5 (In Russ.)]. doi: 10.25276/2312-4911-2019-5-342-345
- Zemba M, Dumitrescu OM, Stamate AC, et al. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation for glaucoma after penetrating keratoplasty. *Diagnostics (Basel)*. 2022; 12 (5): 1143. doi: 10.3390/diagnostics12051143
- Lee JH, Vu V, Lazcano-Gomez G, et al. Clinical outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in patients with a history of keratoplasty. *J Ophthalmol*. 2020 Jul 9; 2020: 6147248. doi: 10.1155/2020/6147248
- Ермакова О.В. Двухэтапный хирургический подход лечения катаракты и вторичной глаукомы на фоне тяжелой склеромалии. *Современные технологии в офтальмологии*. 2020; 4 (35): 127–8. [Ermakova O.V. A two-step surgical approach for the treatment of cataract and secondary glaucoma associated with severe scleromalacia. *Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii*. 2020; (35): 127–8 (In Russ.)]. doi: 10.25276/2312-4911-2020-4-127-128
- Швайликowa И.Е., Беликова Е.И., Корнеева А.В. Результаты применения транссклеральной диод-лазерной циклофотокоагуляции в микроимпульсном режиме у пациентов с первичной субкомпенсированной открытоугольной глаукомой и токсико-аллергическим синдромом глазной поверхности. *Офтальмология*. 2021; 18 (1): 77–82. [Shvailikova I.E., Belikova E.I., Korneeva A.V. The results of transscleral diode laser cyclophotocoagulation in micropulse mode treatment in patients with primary subcompensated open-angle glaucoma and toxic-allergic syndrome of the ocular surface. *Ophthalmology in Russia*. 2021; 18 (1): 77–82 (In Russ.)]. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2021-1-77-82
- Брусков И.А., Ермакова О.В. Способ комбинированного хирургического лечения глаукомы в сочетании с катарактой. Патент РФ № 2769820 РФ; 2022. [Bruskov I.A., Ermakova O.V. A method of combined surgical treatment of glaucoma in combination with cataracts. Patent RF # 2769820 RF; 2022 (In Russ.)].
- Daas A, Sherman T, Danieliute L. Phacoemulsification combined with micropulse cyclodiode laser in glaucoma patients: efficacy and safety. *Eye (Lond)*. 2022; 36 (11): 2188–91. doi: 10.1038/s41433-021-01826-1
- Панова А.Ю., Катаргина Л.А., Денисова Е.В., Сорокин А.А. Ближайшие результаты микроимпульсной циклофотокоагуляции при глаукоме

- у детей. *Российская педиатрическая офтальмология*. 2022; 17 (3): 21–9. [Panova A.Yu., Katargina L.A., Denisova E.V., Sorokin A.A. Immediate results of micropulse cyclophotocoagulation in glaucoma in children. *Russian pediatric ophthalmology*. 2022; 17 (3): 21–9 (In Russ.)]. doi: <https://doi.org/10.17816/proj107300>
30. Коникина О.А., Дискаленко О.В. Микроимпульсная циклофотокоагуляция в лечении рефрактерной глаукомы у детей. *Современные технологии в офтальмологии*. 2020; 4 (35): 213–4. [Konikova O.A., Diskalenko O.V. Micropulse cyclophotocoagulation in the treatment of refractory glaucoma in children. *Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii*. 2020; 4 (35): 213–4 (In Russ.)]. doi: 10.25276/2312-4911-2020-4-213-214
 31. Соколовская Т.В., Тихонова М.И. Микроимпульсная лазерная циклофотокоагуляция в лечении врожденной глаукомы. Клиническое наблюдение. *Офтальмохирургия*. 2019; 3: 44–7. [Sokolovskaya T.V., Tikhonova M.I. Micropulse transscleral diode laser cyclophotocoagulation in the treatment of congenital glaucoma. *Oftal'mokhirurgiya*. 2019; 3: 44–7 (In Russ.)]. doi: 10.25276/0235-4160-2019-3-44-47
 32. Elhefney EM, Mokbel TH, Nagras SM, et al. Micropulsed diode laser cyclophotocoagulation in recurrent pediatric glaucoma. *Eur J Ophthalmol*. 2020; 30 (5): 1149–55. doi: 10.1177/1120672119858226
 33. Abdelrahman AM, El Sayed YM. Micropulse versus continuous wave transscleral cyclophotocoagulation in refractory pediatric glaucoma. *J Glaucoma*. 2018; 27 (10): 900–5. doi: 10.1097/IJG.0000000000001053
 34. Lee JH, Shi Y, Amoozgar B, et al. Outcome of micropulse laser transscleral cyclophotocoagulation on pediatric versus adult glaucoma patients. *J Glaucoma*. 2017; 26 (10): 936–9. doi: 10.1097/IJG.0000000000000757
 35. Lim EY, Aquino CM, Lun KWX, et al. Efficacy and safety of repeated micropulse transscleral diode cyclophotocoagulation in advanced glaucoma. *J Glaucoma*. 2021; 30 (7): 566–74. doi: 10.1097/IJG.0000000000001862
 36. Hooshmand S, Voss J, Hirabayashi M, McDaniel L, An J. Outcomes of initial and repeat micro-pulse transscleral cyclophotocoagulation in adult glaucoma patients. *Ther Adv Ophthalmol*. 2022 Feb 14; 14: 25158414211064433. doi: 10.1177/25158414211064433
 37. Иошин И.Э., Толчинская А.И., Максимов И.В., Ракова А.В. Микроимпульсная циклофотокоагуляция при лечении рефрактерной глаукомы. Опыт повторной процедуры. *Российский офтальмологический журнал*. 2022; 15 (3): 18–25. [Ioshin I.E., Tolchinskaya A.I., Maksimov I.V., Rakova A.V. Repeated micropulse cyclophotocoagulation in the treatment of refractory glaucoma. A clinical experience. *Russian ophthalmological journal*. 2022; 15 (3): 18–25 (In Russ.)]. doi:10.21516/2072-0076-2022-15-3-18-25

Вклад авторов в работу: О.В. Ермакова, Е.А. Рагозина — концепция и дизайн статьи, сбор и анализ данных литературы, написание и редактирование текста

Authors' contribution: O.V. Ermakova, E.A. Ragozina — concept and design of the review, literature data collection and analysis, writing and editing of the review.

Поступила: 27.09.2023. Переработана: 30.10.2023. Принята к печати: 31.10.2023

Originally received: 27.09.2023. Final revision: 30.10.2023. Accepted: 31.10.2023

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Новосибирский филиал, ул. Колхидская, д. 10, Новосибирск, 630096, Россия

Ольга Викторовна Ермакова — канд. мед. наук, заведующая 2-м офтальмологическим отделением

Екатерина Александровна Рагозина — врач-офтальмолог

Для контактов: Екатерина Александровна Рагозина,
ragozina.ek@gmail.com

S. Fedorov Eye Microsurgery Center, Novosibirsk Branch, 10, Kolkhidskaya St., Novosibirsk, 630096, Russia

Olga V. Ermakova — Cand. of Med. Sci., head of 2nd ophthalmology department

Ekaterina A. Ragozina — ophthalmologist

For contacts: Ekaterina A. Ragozina,
ragozina.ek@gmail.com