



ООО «Глазная
клиника доктора
Беликовой»

Трансклеральная диодлазерная циклофотокоагуляция в микроимпульсном режиме у пациентов с глаукомой

И.Е. Швайликова, Е.И. Беликова, д.м.н., проф.

Адрес для переписки: Инна Евгеньевна Швайликова, innashvailikova@yandex.ru

Для цитирования: Швайликова И.Е., Беликова Е.И. Трансклеральная диодлазерная циклофотокоагуляция в микроимпульсном режиме у пациентов с глаукомой // Эффективная фармакотерапия. 2021. Т. 17. № 37. С. 26–32.

DOI 10.33978/2307-3586-2021-17-37-26-32

Согласно результатам клинических исследований, микроимпульсная циклофотокоагуляция признана безопасной и эффективной альтернативой традиционной циклофотокоагуляции. Данная методика ассоциируется с контролируемым снижением внутриглазного давления в отсутствие серьезных осложнений и сокращением количества используемых препаратов.

Ключевые слова: микроимпульсная циклофотокоагуляция, глаукома, внутриглазное давление, трансклеральная диодлазерная циклофотокоагуляция

Введение

Глаукома – тяжелое заболевание с неясной этиологией и сложным, недостаточно изученным патогенезом. На долю первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ) приходится 72,3–96,1%. По данным официальной статистики, ежегодно вновь заболевает глаукомой в среднем один человек из 1000 в возрасте старше 40 лет. В России в 2018 г. было зарегистрировано 1 336 508 больных глаукомой. В большинстве регионов РФ глаукома занимает первое место (29%) среди причин инвалидности вследствие офтальмопатологии [1].

Основная задача в лечении глаукомы – снижение уровня внутриглазного давления (ВГД) и, как следствие, замедление прогрессирования заболевания, сохранение качества жизни.

Обычно лечение глаукомы начинают с применения медикаментозных препаратов, действие которых направлено на снижение уровня ВГД за счет уменьшения продукции водянистой влаги и (или) увеличения ее оттока [2]. В отсутствие эффекта от консервативного лечения используют хирургические методы, в том числе лазерные. К основным преимуществам последних относятся малая

травматичность, отсутствие серьезных интра- и послеоперационных осложнений, возможность лечения в амбулаторных условиях и проведения вмешательств у пациентов с отягощенным соматическим анамнезом. Кроме того, лазерная хирургия выполняется при некоторых формах рефрактерной глаукомы. Лазерные вмешательства можно проводить неоднократно при снижении гипотензивного действия в отдаленном послеоперационном периоде [1].

Широкое внедрение в клиническую практику контактной трансклеральной диодлазерной циклофотокоагуляции (ЦФК) позволило по-новому взглянуть на проблему лечения глаукомы. Данная методика имеет преимущества перед хирургическим вмешательством. Речь прежде всего идет о выполнении процедуры в амбулаторных условиях, а также у больных с различными соматическими заболеваниями, имеющих противопоказания к полостным операциям [3].

Трансклеральная ЦФК – это циклодеструктивное воздействие на меланин в пигментированном эпителии цилиарного тела, в результате чего снижается скорость выработки водянистой влаги. В одних

исследованиях подтверждена эффективность этого метода, в других выявлен риск развития серьезных осложнений при выполнении данной процедуры: стойкое воспаление глаз, потеря зрения, гипотония, отслойка сосудистой оболочки и редко симпатическая офтальмия [3]. Поэтому для лечения рефрактерной глаукомы рекомендована транссклеральная ЦФК с использованием непрерывно-волнового диодного лазера.

Непредсказуемость гипотензивного эффекта и ряд серьезных осложнений при проведении контактной транссклеральной ЦФК у пациентов с глаукомой способствовали разработке нового метода – микроимпульсной ЦФК (мЦФК). В настоящее время используется микроимпульсный диодный лазер (Iridex Cyclo G6 Laser Systems, Mountain View, CA), обеспечивающий подачу повторяющихся коротких импульсов инфракрасного диодного лазерного излучения длиной волны 810 нм [4–8]. При циклическом режиме «вкл» и «выкл» он позволяет энергии достигать коагуляционного порога в целевых пигментированных тканях с минимальным коллатеральным нарушением непигментированного эпителия, стромы цилиарного тела и прилегающей ткани [4, 8]. Каких-либо серьезных анатомических изменений переднего сегмента на ультразвуковой биомикроскопии и оптической когерентной томографии переднего сегмента после процедуры мЦФК не зафиксировано [9]. Это существенное отличие мЦФК от традиционно используемой непрерывной транссклеральной диодлазерной ЦФК, когда термическое повреждение ткани было подтверждено гистологически [10, 11].

Существует несколько приборов для проведения мЦФК. Компания IRIDEX (США) впервые выпустила на рынок инфракрасный диодный лазерный фотокоагулятор IQ 810 Laser System, предназначенный для коагуляции сетчатки, лазерной трабекулопластики, транссклеральной ЦФК, фотокоагуляции сетчатки и иридотомии. Система IQ 810 с длиной волны 810 нм может работать в режимах CW-Pulse, LongPulse, а также MicroPulse, что позволяет использовать ее для мЦФК [4–7, 10, 12–18].

С появлением запатентованного прибора Cyclo G6 Laser System (IRIDEX, США) с длиной волны 810 нм в лазерном транссклеральном лечении глаукомы произошла революция. В данном устройстве используется технология MicroPulse, рабочий цикл лазерного воздействия составляет 31,3%. Это означает, что 68,7% времени лазер выключен из работы, благодаря чему снижаются фокальное перегревание и риск чрезмерной деструкции тканей цилиарного тела. Данная система предназначена для проведения мЦФК с помощью специального наконечника MicroPulse P3 (MP3). Техника скольжения наконечника MP3 приводит к медленному выборочному, а следовательно, более устойчивому и безопасному воздействию лазерной энергии на структуры ци-

лиарного тела. Прибор позволяет устанавливать различные параметры скважности, мощности и времени воздействия, что делает его наиболее удобным при выполнении мЦФК.

Согласно результатам зарубежных исследований, мЦФК со стандартными настройками скважности и долей рабочего цикла 31,1% при лазерном воздействии признан более щадящим методом по сравнению с традиционной ЦФК [4, 8, 12, 13, 15, 19, 20–24]. Учитывая разные подходы к параметрам данной процедуры, исследователи предлагают различные модификации ее применения. Продолжаются поиск оптимальных временных и энергетических характеристик, изучение эффективности и безопасности методики.

В рандомизированном исследовании M. Aquino и соавт. (2015) сравнивали результаты проведения микроимпульсной и непрерывно-волновой ЦФК у 48 пациентов [4]. Для выполнения мЦФК использовали прибор Cyclo G6 Laser System (IRIDEX, США) мощностью лазерного воздействия 2000 мВт и экспозицией 100 с. Результаты исследования продемонстрировали сходную эффективность двух методов лечения с точки зрения снижения ВГД, но меньшее количество осложнений после мЦФК (табл. 1).

В 2016 г. J. Maslin и соавт. изучали гистологические структуры цилиарного тела после проведения стандартной ЦФК и мЦФК на кадаверных глазах. При мЦФК применяли лазерное воздействие мощностью 2000 мВт, экспозицией 60–90 с и рабочим циклом 31,3%. Отмечалось более щадящее влияние лазера на клеточную мембрану тканей цилиарного тела с изменением ее проницаемости. После прекращения воздействия лазера наблюдалось быстрое восстановление клеточной мембраны с менее значительным повреждением структур цилиарного тела по сравнению с традиционной стандартной ЦФК [25].

В 2018 г. A. Williams и соавт. провели ретроспективное исследование с участием 79 пациентов (79 глаз) с рефрактерной глаукомой, которым была проведена мЦФК со средней продолжительностью лазерного воздействия 300 с и мощностью 2000 мВт [26]. Через полгода ВГД снизилось на 51,1% по сравнению с исходным уровнем. Зарегистрированы послеоперационные осложнения, такие как иридоциклит, макулярный отек, отек роговицы. В семи случаях имела место послеоперационная гипотония с последующей субатрофией глазного яблока в двух случаях (табл. 1).

В 2018 г. A. Yelenskiy и соавт. провели ретроспективное многоцентровое исследование, в котором были собраны и проанализированы данные о послеоперационных характеристиках, выполненных хирургических операциях и исходах операции на различных приборах у 161 пациента (197 глаз) [18]. К 12 месяцам наблюдения общий показатель эф-

Таблица 1. Результаты проведения мЦФК на приборе Cyclo G6 Laser System с наконечником MP3 (рабочий цикл 31,3%) (IRIDEX, США)

Автор, ссылка	Глаукома, формы и стадии	Параметры прибора	ВГД, %	Режим		Осложнения
				до	после	
Н.С. Ходжаев и соавт. [12]	Терминальная болящая – 76% ВГ – 24%	Мощность – 2000 мВт Экспозиция – 160 с	28,2	3,0	1,53	Не наблюдалось
М. Aquino et al. [4]	ПОУГ – 21% ПЗУГ – 21% НВГ – 29% ВГ – 29%	Мощность – 2000 мВт Экспозиция – 100 с	45,0	2,0	1,0	Иридоциклит – 4% Снижение остроты зрения – 4%
М. Gavris et al. [13]	РГ	Мощность – 2000–2500 мВт Экспозиция – 160–180 с	33,4	3,7	3,0	Не наблюдалось
R. Noecker [15]	Развитая и далеко зашедшая глаукома	Мощность – 2000 мВт Экспозиция – 180 с	30,3	3,0	1,4	Не наблюдалось
J. Lee et al. [20]	ПОУГ – 44,4% НВГ – 14,8% Врожденная – 7,4 % ВГ – 33,4%	Мощность – 2000 мВт Экспозиция – 160 с	33,2	3,0	2,5	Иридоциклит – 65%
F. Sanchez et al. [21]	Преимущественно врожденная и псевдоэкзофолиативная	Мощность – 2000 мВт Экспозиция – 100–180 с	36,5	3,0	1,5	Не наблюдалось
М. Emanuel et al. [5]	ПОУГ – 58% ПЗУГ – 7% Псевдоэкзофолиативная – 10%	Мощность – 1900–2000 мВт Экспозиция – 320 с	59,9	3,3	2,3	Иридоциклит – 46% Гипотония – 18% Подъем ВГД – 11% Гифема – 11% Хориоидит – 4%
A. Williams et al. [26]	РГ	Мощность – 2000 мВт Экспозиция – 300 с	51,1	2,3	1,5	Иридоциклит – 26% Снижение остроты зрения – 17% Гипотония – 8,8% Макулярный отек – 5% Отек роговицы – 2,5% Субатрофия глазного яблока – 2,5%
S. Sarrafpour et al. [22]	ПОУГ – 86% НВГ – 12% Псевдоэкзофолиативная – 2%	Мощность – 2000–2500 мВт Экспозиция – 100 с	45,9	3,1	2,5	Не наблюдалось
М. Toyos, R. Toyos [8]	Далеко зашедшая – 31% Терминальная – 69%	Мощность – 2000 мВт	29,7	3,3	1,8	Снижение остроты зрения – 5,5%
S. Kuchar et al. [6]	РГ	Мощность – 2000–2500 мВт Экспозиция – 100–240 с	40,1	2,6	1,9	Отек роговицы – 5,3 Гипотония – 5,3%
K. Zaarour et al. [24]	ПОУГ – 34,7% ПЗУГ – 8% Неоваскулярная – 5,3% Ювенильная – 1,3% ВГ – 13,3% Другие виды – 37,4%	Мощность – 2000 мВт	43,1	3,53	3,03	Иридоциклит – 23% Снижение остроты зрения – 14%
A. Nguyen et al. [14]	ПОУГ – 53,7% ПЗУГ – 15,8% Псевдоэкзофолиативная – 25% ЮГ – 5,3%	Мощность – 2000–3000 мВт Экспозиция – 180 с	30,3%	3,0	1,4	Не наблюдалось

Примечание. ПОУГ – первичная открытоугольная глаукома. ПЗУГ – первичная закрытоугольная глаукома. НВГ – неоваскулярная глаукома. ВГ – вторичная глаукома. РГ – рефрактерная глаукома. ЮГ – ювенильная глаукома.

фективности составил 71%. ВГД в среднем снизилось на 27,2% от исходного уровня, среднее число местных гипотензивных препаратов – с 3,0 до 2,0 при последнем наблюдении. Повторное проведение мЦФК потребовалось лишь в 10% случаев. Данных об осложнениях не получено.

В 2018 г. в отделе хирургии глаукомы ФГАУ «НМИЦ «МНТК „Микрохирургия глаза“ им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России впервые была проведена клиническая апробация прибора Cyclo G6 Laser System (IRIDEX, США) [12]. В исследовании участвовало 26 пациентов

(26 глаз) с терминальной болящей глаукомой. При проведении мЦФК были установлены средние параметры лазерного воздействия, которые применялись у всех пациентов. Группу сравнения составили 28 пациентов (28 глаз) с терминальной болящей глаукомой, которые получили лечение методом непрерывно-волновой ЦФК. Согласно результатам исследования, у всех пациентов был купирован болевой синдром, снизились ВГД и количество применяемых гипотензивных препаратов через четыре месяца наблюдения. В рамках исследования методом ультразвуковой биомикроскопии также оценивали состояние цилиарного тела после выполнения традиционной ЦФК и мЦФК. Были выявлены морфологические изменения в цилиарном теле – уменьшение его толщины в группе сравнения через четыре месяца наблюдения. У пациентов основной группы через четыре месяца после мЦФК толщина цилиарного тела статистически соответствовала дооперационной.

Таким образом, предварительные исследования показали, что мЦФК – менее травматичный метод лечения терминальной глаукомы, позволяющий устранить болевой синдром и эффективно снизить ВГД.

Аналогичное ретроспективное исследование провели M. Emanuel и соавт. [5]. У 84 пациентов (84 глаза) были диагностированы различные формы глаукомы. При выполнении мЦФК чаще использовали мощность лазера 2000 мВт (58,3%) и 1900 мВт (22,6%) со средним временем воздействия 319 с (табл. 1). Во всех случаях среднее значение ВГД снизилось на 59,9% по сравнению с исходным уровнем через 12 месяцев наблюдения. Авторы описали частоту осложнений, схожую с зафиксированной в исследовании A. Williams и соавт. [26]. Результаты показали, что при увеличении продолжительности лазерного воздействия на цилиарное тело увеличивается и количество осложнений.

Поскольку мЦФК – перспективный и относительно новый метод, поиск оптимальных параметров лазерной энергии и изучение эффективности данной методики продолжают. В работе F. Sanchez и соавт. (2020) представлены последние данные, доступные для этой техники [21]. Проанализированы аспекты, касающиеся точного механизма действия, идеальных параметров лазера, основанных на общих уровнях энергии. Эти данные пока ограничены. Рассмотрены также другие потенциально релевантные переменные, которые могут отражаться на результатах. Исследователи предлагают использовать методику с мощностью 2000 мВт, экспозицией 100–180 с (табл. 1).

A.T. Nguyen и соавт. в 2020 г. провели ретроспективный анализ карт 95 пациентов с различными подтипами глаукомы, которым была проведена мЦФК [14]. Пациенты получали лечение с помо-

щью микроимпульсного устройства P3 (лазерные системы IQ 810, Iridex, Mountain View, CA, США) мощностью 2000–2500 мВт в течение 90 с в полусфере при 31,3% рабочем цикле. При необходимости восстановления мощность увеличивалась до 3000 мВт. Остальные параметры оставались неизменными (табл. 1). Среднее дооперационное ВГД составило $25,1 \pm 5,3$ мм рт. ст., среднее послеоперационное ВГД через 12 месяцев – $17,5 \pm 5,1$ мм рт. ст. ($p = 0,004$). Среднее количество препаратов для снижения ВГД, которые применялись до операции, составило $3,0 \pm 1,1$, среднее количество препаратов на момент 12-месячного послеоперационного визита – $1,4 \pm 1,0$ ($p = 0,03$). Эффект при однократной процедуре был достигнут у 73 (76,8%) пациентов. При многократном лечении у всех пациентов отмечалось значительное снижение ВГД по сравнению с исходным уровнем. Максимально каждый пациент получал пять процедур. Случаев длительного внутриглазного воспаления или длительной гипотонии не зарегистрировано. Исследователи сделали вывод о высокой клинической эффективности и безопасности мЦФК при глаукоме.

Таким образом, в ряде исследований у пациентов с различными формами и стадиями глаукомы при проведении мЦФК использовались схожие параметры лазерной энергии (мощность лазерного воздействия варьировалась от 1000 до 2500 мВт при экспозиции 100–320 с). В разные периоды наблюдения (от одного до 21,5 месяца) среднее снижение ВГД составило 30,3–59,9% от исходного уровня, среднее количество гипотензивных препаратов при этом снизилось на 0,2–0,9. Послеоперационной гипотонии не наблюдалось. Полученные результаты подтвердили эффективность и безопасность мЦФК как метода снижения ВГД (табл. 1) [4, 8, 12, 13, 15, 19–23].

Российские исследователи также провели несколько клинических исследований применения мЦФК с помощью прибора Cyclo G6 Laser System (IRIDEX, США). запатентовано несколько методов выполнения мЦФК с разными модификациями. В 2018 г. А.В. Сидорова и соавт. предложили комбинированное лечение вторичной глаукомы, вызванной эмульгацией силикона, включающее имплантацию микрошунта Ex-Press Model P-50, введение дренажа Healaflo с последующим проведением мЦФК с мощностью 800 мВт, суммарной экспозицией 80 с на интактном участке склеры. В 2019 г. Н.С. Ходжаев и соавт. предложили использовать мЦФК мощностью 2000 мВт, суммарной экспозицией 160 с и последующим введением (через месяц) ингибиторов анти-VEGF у пациентов с вторичной неоваскулярной глаукомой. Модификации применения мЦФК российскими авторами и ее энергетические характеристики представлены в табл. 2 [27–34].

Авторы зарубежных и отечественных исследований эффективности мЦФК на других приборах

Таблица 2. Модификации проведения мЦФК на приборе Cyclo G6 Laser System с наконечником MP3 (рабочий цикл 31,3%) российских авторов (IRIDEX, США)

Автор, ссылка	Глаукома, формы и стадии	Параметры прибора	Особенности проведения
А.В. Сидорова и соавт. [33]	ВГ	Энергия – 800 мВт Суммарная экспозиция – 80 с Интервал – 0,5 мс Период – 1,1 мс	мЦФК выполняют по дуге окружности 45° в нижней полусфере. Имплантация микрошунта Ex-Press, введение дренажа Healaflo
Н.С. Ходжаев и соавт. [12]	НВГ	Энергия – 2000 мВт Суммарная экспозиция – 160 с Интервал – 0,5 мс Период – 1,1 мс	8 циклов в верхней и нижней полусфере. Введение ингибиторов VEGF через месяц
Н.С. Ходжаев и соавт. [34]	ПОУГ	Энергия – 1200 мВт Суммарная экспозиция – 180 с Интервал – 0,5 мс Период – 1,1 мс	8 циклов в верхней и нижней полусфере. Введение дренажа Healaflo
А.В. Сидорова и соавт. [31]	НВГ	Энергия – 1800 мВт Суммарная экспозиция – 160 с Интервал – 0,5 мс Период – 1,1 мс	8 циклов в верхней и нижней полусфере. Введение ингибиторов VEGF
Н.В. Курышева и соавт. [27]	Начальная стадия ПОУГ	Энергия – 1500–2000 мВт Суммарная экспозиция – 80–160 с Интервал – 0,5 мс Период – 1,1 мс	8 циклов в верхней и нижней полусфере
А.В. Сидорова и соавт. [30]	РГ	Энергия – 1000 мВт Суммарная экспозиция – 120 с Интервал – 0,5 мс Период – 1,1 мс	Выполняют 6 циклов по дуге окружности. Имплантация дренажа, коагуляция сосудов склеры
А.В. Сидорова и соавт. [31]	ПЗУГ	Энергия – 1000 мВт Суммарная экспозиция – 160 с Интервал – 0,5 мс Период – 1,1 мс	Формирование дренажного отверстия, коагуляция эписклеральных сосудов
А.В. Поступаев и соавт. [28]	ПОУГ	Энергия – 2000 мВт Суммарная экспозиция – 160 с Интервал – 0,5 мс Период – 1,1 мс	8 циклов в верхней и нижней полусфере

у пациентов с различными формами и стадиями глаукомы использовали среднюю мощность лазерного воздействия 1900–2500 мВт при экспозиции, равной в среднем 100–240 с. Среднее снижение ВГД от исходного уровня составило 22,9–40,9%. Количество гипотензивных препаратов также снизилось в среднем на 0,5–1,4. Отмечалось минимальное количество осложнений (табл. 3) [16, 18].

В рамках 2-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Лечение глаукомы: инновационный вектор» 25 февраля 2021 г. прозвучали доклады И.Э. Йошина, А.И. Толчинской, И.В. Максимова. Эксперты представили результаты применения мЦФК на офтальмологическом лазере компании Quantel Medical Supra 810 (Франция). При 12-месячном наблюдении стабилизация ВГД после однократной процедуры мЦФК у больных некомпенсированной рефрактерной глаукомой отмечалась

в 75,7% случаев. В 24,3% случаев потребовалась повторная процедура. Количество применяемых гипотензивных препаратов у пациентов с третьей стадией глаукомы с $3,1 \pm 0,4$ снизилось до $2,6 \pm 0,5$. Эксперты пришли к заключению, что длительность сохранения гипотензивного эффекта после однократного лечения зависит от стадии глаукомы: при второй стадии – 9–12 месяцев, при третьей – 12 месяцев, четвертой – 3–6 месяцев. Для безопасного и эффективного выполнения процедуры рекомендуемая лазерная энергия находится в пределах 100–125 Дж. Предложенные параметры лазера: мощность – 2000 мВт, рабочий цикл – 31,3%, время воздействия – 160 с, энергия – 100 Дж (табл. 3).

Таким образом, в клинических исследованиях у пациентов с различными формами и стадиями глаукомы при проведении мЦФК использовались схожие параметры лазерной энергии. мЦФК признана безопасной и эффективной

Таблица 3. Результаты проведения мЦФК на других приборах

Автор, ссылка	Глаукома, формы и стадии	Параметры прибора	ВГД, %	Режим		Особенности проведения
				до	после	
A. Tan et al. [16]	РГ	Диодный лазер с длиной волны 810 нм в МР (Iris Medical Instruments, США) Мощность – 1900–2000 мВт Экспозиция – 100 с Рабочий цикл – 31,1%	38,6	2,1	1,3	Гифема – 17%
A. Yelenskiy et al. [18]	ПОУГ – 71,5% НВГ – 4% Другие виды – 24,5%	Использовались различные приборы	27,3%	3,0	2,0	Кистозный макулярный отек – 2%
И.Э. Иошин и соавт., 2021	РГ	Supra 810 (Quantel Medical, Франция) Мощность – 2000 мВт Рабочий цикл – 31,3% Экспозиция – 160 с	33,2	3,1	2,6	Нет данных
Н.О. Михайлов, 2021	Далеко зашедшая – 31% Терминальная – 69 %	Supra 810 (Quantel Medical, Франция) Мощность – 2000 мВт Рабочий цикл – 31,3% Экспозиция – 160 с	22,9	4,97 капель в сутки	3,16 капель в сутки	Нет данных
Е.И. Беликова, И.Е. Швайликова, 2020	ПОУГ	Алод-Алком (Россия) Суммарная экспозиция – 120–160 с Мощность – 2000–2500 мВт Прицельный пучок – 30% Длительность импульса – 0,05–0,08 Интервал – 0,01–0,03 с	40,9 %	2,7	1,3	Гифема – 3,4% Иридоциклит – 3,4% Реактивная гипертония – 1,7%

альтернативой традиционной ЦФК. Данная методика ассоциируется с контролируемым снижением ВГД в отсутствие серьезных осложнений и сокращением количества используемых препаратов. Результаты применения прогнозируемы, поэтому данная методика может быть рекомендована для внедрения в широкую

клиническую практику. С учетом улучшенного профиля безопасности по сравнению с непрерывной трансклеральной ЦФК методика мЦФК заслуживает рассмотрения в качестве первичной процедуры. ☺

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов и финансовой заинтересованности.

Литература

1. Национальное руководство по глаукоме для практикующих врачей / под ред. Е.А. Егорова, В.П. Еричева. 4-е изд., испр. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019.
2. Ярица Н.С., Деев Л.А., Шилкин Г.А. Избранные лекции по офтальмологии. М.: Микрохирургия глаза, 2008.
3. Соболев Н.П., Сидорова А.В., Оплетина А.В., Веселкова М.П. Способ комбинированного хирургического лечения вторичной глаукомы при посттравматической аниридии. Патент РФ на изобретение № 2 588 396.
4. Aquino M.C.D., Barton K., Tan A.M.W.T. et al. Micropulse versus continuous wave transscleral diode cyclophotocoagulation in refractory glaucoma: a randomized exploratory study // Clin. Exp. Ophthalmol. 2015. Vol. 43. № 1. P. 40–46.
5. Emanuel M.E., Grover D.S., Fellman R.L. et al. Micropulse cyclophotocoagulation: initial results in refractory glaucoma // J. Glaucoma. 2017. Vol. 26. № 8. P. 726–729.
6. Kuchar S., Moster M.R., Reamer C.B., Waisbourd M. Treatment outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in advanced glaucoma // Lasers Med. Sci. 2016. Vol. 31. № 2. P. 393–396.
7. Lee J.H., Vu V., Lazcano-Gomez G. et al. Clinical outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in patients with a history of keratoplasty // J. Ophthalmol. 2020.
8. Toyos M.M., Toyos R. Clinical outcomes of micropulsed transscleral cyclophotocoagulation in moderate to severe glaucoma // J. Clin. Exp. Ophthalmol. 2016. Vol. 7. № 6.
9. Amoozgar B., Phan E.N., Lin S.C., Hanet Y. Update on ciliary body laser procedures // Curr. Opin. Ophthalmol. 2017. Vol. 28. № 2. P. 181–186.
10. Osman E.A., Al-Muammar A., Mousa A. et al. Controlled cyclophotocoagulation with diode laser in refractory glaucoma and long term follow up at King Abdulaziz University Hospital, Riyadh // Saudi J. Ophthalmol. 2010. Vol. 24. № 1. P. 9–13.
11. Weinreb R.N., Aung T., Medeiros F.A. The pathophysiology and treatment of glaucoma: a review // JAMA. 2014. Vol. 311. № 18. P. 1901–1911.
12. Ходжаев Н.С., Сидорова А.В., Елисеева М.А. Микроимпульсная циклофотокоагуляция в комбинированном лечении неоваскулярной глаукомы // Новости глаукомы. 2020. № 1 (53). С. 71–75.

13. Gavris M.M., Olteanu I., Kantor E. et al. IRIDEX MicroPulse P3: innovative cyclophotocoagulation // Rom. J. Ophthalmol. 2017. Vol. 61. № 2. P. 107–111.
14. Nguyen A.T., Maslin J., Noecker R.J. Early results of micropulse transscleral cyclophotocoagulation for the treatment of glaucoma // Eur. J. Ophthalmol. 2020. Vol. 30. № 4. P. 700–705.
15. Noecker R.J. The Micropulse P3 device for the treatment of glaucoma revolutionizes cyclophotocoagulation // Insert in Glaucoma Today. 2015. Vol. 13. № 2. P. 1–2.
16. Tan A.M., Chockalingam M., Aquino M.C. et al. Micropulse transscleral diode laser cyclophotocoagulation in the treatment of refractory glaucoma // Clin. Exp. Ophthalmol. 2010. Vol. 38. № 3. P. 266–272.
17. Taubenslag K.J., Kammer J.A. Outcomes disparities between black and white populations in the surgical management of glaucoma // Semin. Ophthalmol. 2016. Vol. 31. № 4. P. 385–393.
18. Yelenskiy A., Gillette T.B., Arosemena A. et al. Patient outcomes following micropulse transscleral cyclophotocoagulation: intermediate-term results // J. Glaucoma. 2018. Vol. 27. № 10. P. 920–925.
19. Broadway D.C., Chang L.P. Trabeculectomy, risk factors for failure and the preoperative state of the conjunctiva // J. Glaucoma. 2001. Vol. 10. № 3. P. 237–249.
20. Lee J.H., Shi Y., Amoozgar B. et al. Outcome of micropulse laser transscleral cyclophotocoagulation on pediatric versus adult glaucoma patients // J. Glaucoma. 2017. Vol. 26. № 10. P. 936–939.
21. Sanchez F.G., Lerner F., Sampaoli J. et al. Efficacy and safety of Micropulse® transscleral cyclophotocoagulation in glaucoma // Arch. Soc. Esp. Oftalmol. 2018. Vol. 93. № 12. P. 573–579.
22. Sarrafpour S., Saleh D., Ayoub S., Radcliffe N.M. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation: a look at long-term effectiveness and outcomes // Ophthalmol. Glaucoma. 2019. Vol. 2. № 3. P. 167–171.
23. Youn J., Cox T.A., Allingham R.R., Shieldset M.B. Factors associated with visual acuity loss after noncontact transscleral Nd: YAG cyclophotocoagulation // J. Glaucoma. 1996. Vol. 5. № 6. P. 390–394.
24. Zaarour K., Abdelmassih Y., Arej N. et al. Outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in uncontrolled glaucoma patients // J. Glaucoma. 2019. Vol. 28. № 3. P. 270–275.
25. Maslin J.S., Chen P.P., Sinard J. et al. Histopathologic changes in cadaver eyes after MicroPulse and continuous wave transscleral cyclophotocoagulation // Can. J. Ophthalmol. 2020. Vol. 55. № 4. P. 330–335.
26. Williams A.L., Moster M.R., Rahmatnejad K. et al. Clinical efficacy and safety profile of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in refractory glaucoma // J. Glaucoma. 2018. Vol. 27. № 5. P. 445–449.
27. Курьшова Н.И., Раджабов М.М., Раджабов М.М. Трансклеральная циклофотокоагуляция в микроимпульсном режиме в лечении начальной первичной открытоугольной глаукомы // Современные технологии в офтальмологии. 2020. № 4.
28. Поступаев А.В., Сорокин Е.Л., Егоров В.В., Поступаева Н.В. Клиническая эффективность применения трансклеральной циклофотокоагуляции для купирования высокого уровня внутриглазного давления при факорморфической глаукоме, обусловленной набуханием хрусталика // Офтальмохирургия. 2015. № 1. С. 23–26.
29. Сидорова А.В., Ходжаев Н.С., Старостина А.В. и др. Технология Micropulse в сочетании с дренажной хирургией рефрактерной глаукомы // Современные технологии в офтальмологии. 2020. № 4 (35). С. 149–150.
30. Сидорова А.В., Старостина А.В., Елисеева М.А., Смирнова Е.А. Способ комбинированного лечения тяжелых форм рефрактерной глаукомы. Патент на изобретение RU 2741373.
31. Сидорова А.В., Козлова Е.Е., Елисеева М.А., Будаева Т.А. Способ комбинированного лечения первичной закрытоугольной глаукомы. Патент на изобретение № 2 741 374.
32. Сидорова А.В., Белоусова Е.В., Елисеева М.А. Способ комбинированного лечения вторичной неоваскулярной глаукомы на ранних стадиях. Патент на изобретение № 2 708 045.
33. Сидорова А.В., Елисеева М.А., Смирнова Е.А. Способ комбинированного хирургического лечения вторичной глаукомы, вызванной эмульгированием силикона. Патент на изобретение № 2 688 960.
34. Ходжаев Н.С., Сидорова А.В., Баева А.В. и др. Способ комбинированного хирургического лечения первичной открытоугольной глаукомы. Патент на изобретение № 2 688 974.

Transscleral Diode Laser Cyclophotocoagulation in Micropulse Mode in Patients with Glaucoma

I.Ye. Shvailikova, Ye.I. Belikova, PhD, Prof.

LLC 'Eye clinic of Doctor Belikova'

Contact person: Inna Ye. Shvailikova, innashvailikova@yandex.ru

According to the results of clinical studies, micropulse cyclophotocoagulation is recognized as a safe and effective alternative to traditional cyclophotocoagulation. This technique is associated with a controlled reduction in intraocular pressure in the absence of serious complications and a reduction in the number of drugs used.

Key words: micropulse cyclophotocoagulation, glaucoma, intraocular pressure, diode transscleral cyclophotocoagulation