

Оценка повторной микроимпульсной циклофотокоагуляции у пациентов с рефрактерной глаукомой

Иошин И.Э., д.м.н., профессор, руководитель Центра офтальмологии¹;

Толчинская А.И., д.м.н., врач-офтальмолог¹;

Максимов И.В., врач-офтальмолог¹;

Ракова А.В., к.м.н., врач-офтальмолог¹;

Потапова О.М., заведующая офтальмологическим отделением²;

Илларионова А.Л., к.м.н., заведующая офтальмологическим отделением³;

Романова И.А., к.м.н., заведующая офтальмологическим отделением⁴;

Смирнова Е.В., заведующая офтальмологическим отделением⁵.

¹ФГБУ «Клиническая больница», 107143, Российская Федерация, Москва, ул. Лосиноостровская, д. 45;

²ФГБУ «Поликлиника № 1», 119002, Российская Федерация, Москва, пер. Сивцев Вражек, д. 26/28;

³ФГБУ «Поликлиника № 2», 119146, Российская Федерация, Москва, ул. 2-я Фрунзенская, д. 4;

⁴ФГБУ «Поликлиника № 4», 121151, Российская Федерация, Москва, Кутузовский проспект, д. 20;

⁵ФГБУ «Поликлиника № 5», 119121, Российская Федерация, Москва, ул. Плющиха, д. 14..

Авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.
Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Иошин И.Э., Толчинская А.И., Максимов И.В., Ракова А.В., Потапова О.М., Илларионова А.Л., Романова И.А., Смирнова Е.В. Оценка повторной микроимпульсной циклофотокоагуляции у пациентов с рефрактерной глаукомой. *Национальный журнал глаукома*. 2021; 20(3):30-39.

Резюме

ЦЕЛЬ. Оценка эффективности и безопасности повторной транссклеральной микроимпульсной циклофотокоагуляции (мЦФК) у пациентов с рефрактерной оперированной глаукомой (РГ).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Обследовано 89 пациентов в возрасте 74,2±7,3 года с развитой (16), далекозашедшей (58) и терминальной (15) стадиями некомпенсированной первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ) до и в течение 12 месяцев после выполнения первой мЦФК (прибор SUPRA 810, «Quantel Medical», Франция) с применением стандартных параметров лазера — 100 Дж. Показания к повторной мЦФК определены у 23 пациентов через 3 (1 пациент), 6 (14 пациентов), 9 (8 пациентов) месяцев после первой процедуры. Повторная мЦФК проведена с большей энергией воздействия — 125 Дж.

РЕЗУЛЬТАТЫ. После первой процедуры гипотензивный эффект достигнут у 66 (74,2%) больных с РГ до 12 месяцев наблюдения. Проведение повторной мЦФК у 23 пациентов позволило снизить ВГД при развитой на 31,2%, при

далекозашедшей на 31,8% и при терминальной стадии на 22,9% ($p < 0,05$) к 6 месяцам наблюдения. В итоге в течение 12 месяцев наблюдения мЦФК (однократная и двукратная) привела к стабилизации ВГД в 83,1% случаев.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Однократная и повторная микроимпульсная ЦФК с лазерной энергией 100 и 125 Дж является эффективным и безопасным методом лечения пациентов с РГ. Проведение однократной мЦФК с лазерной энергией 100 Дж оказалось эффективно у 66 (74,2%) пациентов к 12 месяцам наблюдения, а после однократной и повторной (с лазерной энергией 125 Дж) — у 74 (83,1%) больных. Возможен пересмотр базовых параметров процедуры мЦФК со 100 до 125 Дж для достижения более длительного и одновременно безопасного гипотензивного эффекта у больных с РГ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: глаукома рефрактерная развитая, далекозашедшая, терминальная; внутриглазное давление; микроимпульсная циклофотокоагуляция, повторная процедура.

Для контактов:

Толчинская Анна Ивановна, e-mail: atolchinskaya@mail.ru

ENGLISH

Evaluation of repeated micropulse cyclophotocoagulation in patients with refractory glaucoma

IOSHIN I.E., Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Center of Ophthalmology¹;

TOLCHINSKAYA A.I., Dr. Sci. (Med.), Ophthalmologist¹;

MAKSIMOV I.V., Ophthalmologist¹;

RAKOVA A.V., Cand. Sci. (Med.), Ophthalmologist¹;

POTAPOVA O.M., Head of the Ophthalmology Department²;

ILLARIONOVA A.L., Cand. Sci. (Med.), Head of the Ophthalmological Department³;

ROMANOVA I.A., Cand. Sci. (Med.), Head of the Ophthalmology Department⁴;

SMIRNOVA E.V., Head of the Ophthalmology Department⁵.

¹Clinical Hospital of the Russian Presidential Administration, 45 Losinoostrovskaya St., Moscow, Russian Federation, 107143;

²Polyclinic No. 1 of the Russian Presidential Administration, 26/28 Sivtsev Vrazhek Ln., Moscow, Russian Federation, 119002;

³Polyclinic No. 2 of the Russian Presidential Administration, 4 Vtoraya Frunzenskaya St., Moscow, Russian Federation, 119146;

⁴Polyclinic No. 4 of the Russian Presidential Administration, 20 Kutuzovsky Ave., Moscow, Russian Federation, 121151;

⁵Polyclinic No. 5 of the Russian Presidential Administration, 14 Plyushchikha St., Moscow, Russian Federation, 119121.

Conflicts of Interest and Source of Funding: none declared.

For citations: Ioshin I.E., Tolchinskaya A.I., Maksimov I.V., Rakova A.V., Potapova O.M., Illarionova A.L., Romanova I.A., Smirnova E.V. Evaluation of repeated micropulse cyclophotocoagulation in patients with refractory glaucoma.

Natsional'nyi zhurnal glaukoma. 2021; 20(3):30-39.

Abstract

PURPOSE. To evaluate the efficacy and safety of repeated micropulse transscleral cyclophotocoagulation (MP-TSCPC) in patients with previously operated refractory glaucoma.

MATERIALS AND METHODS. We examined 89 patients aged 74.2±7.3 years with moderate (16), advanced (58) and terminal (15) stages of uncompensated primary open-angle glaucoma (POAG) before and within 12 months after the first MP-TSCPC (SUPRA 810, “Quantel Medical”, France) using standard laser parameters — 100 J. Indications for repeated MP-TSCPC were determined for 23 patients in 3 (1 patient), 6 (14 patients), 9 (8 patients) months after the first procedure. Repeated MP-TSCPC was carried out with higher impact energy — 125 J.

RESULTS. After the first procedure, the hypotensive effect was achieved in 66 (74.2%) patients with refractory glaucoma lasting up to 12 months of follow-up. Repeated MP-TSCPC in 23 patients reduced the IOP by 31.2%

in moderate, 31.8% in advanced, and 22.9% in terminal stages ($p<0.05$) by 6 months of follow-up. As a result, during 12 months of observation, MP-TSCPC (single and double) led to stabilization of the IOP in 83.1% of cases.

CONCLUSION. Single and repeated micropulse TSCPC with laser energies of 100 J and 125 J is an effective and safe method of treating patients with refractory glaucoma. A single MP-TSCPC with laser energy of 100 J was effective in 66 (74.2%) patients by 12 months of observation, and single followed by repeated (laser energy of 125 J) — in 74 (83.1%) patients. It is possible to revise the basic parameters of the MP-TSCPC procedure from 100 to 125 J to achieve a longer and at the same time safe hypotensive effect in patients with refractory glaucoma.

KEYWORDS: refractory advanced glaucoma, advanced, terminal glaucoma; intraocular pressure; micropulse cyclophotocoagulation, repeated procedure.

Актуальную проблему в офтальмологии представляет собой рефрактерная глаукома (РГ), одной из отличительных особенностей которой является устойчивость к проводимым традиционным методам лечения [1-5].

В последние годы микроимпульсная технология с различными вариантами по длительности и интенсивности лазерного воздействия зарекомендовала себя как эффективная и безопасная

процедура в лечении глаукомы [6-9]. Научными работами и клиническим опытом как в пилотных, так и в рандомизированных исследованиях по лечению РГ были получены доказательства того, что микроимпульсная циклофотокоагуляция (мЦФК) эффективно снижает внутриглазное давление (ВГД) с минимальными осложнениями [6-11]. Кроме того, мЦФК обеспечивает снижение потребности в местных гипотензивных препаратах.

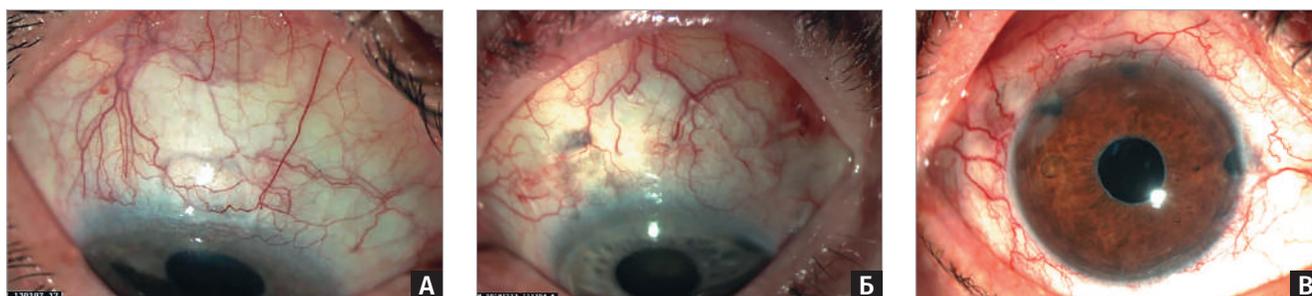


Рис. 1. Глаза пациентов после перенесенных антиглаукомных операций с рефрактерной глаукомой: А — развитая стадия; Б — далекозашедшая; В — терминальная
Fig. 1. Eyes of patients with refractory glaucoma after antiglaucoma operations with: А — moderate stage; Б — advanced; В — terminal

Для оценки совокупного вероятного успеха лазерного лечения после операции используется статистический метод Каплана – Мейера [10]. Основными параметрами успеха авторы определяют: показатели ВГД между 6 и 21 мм рт.ст. с местным гипотензивным средством или без него; снижение ВГД на 20% и более от базового офтальмотонуса для любых 2 последовательных посещений после 3 послеоперационных месяцев; отсутствие осложнений и необходимости в дополнительной хирургии глаукомы, за исключением мЦФК. Таким образом, авторы не исключают возможности проведения повторного вмешательства методом мЦФК при отсутствии эффекта от первоначальной процедуры.

В литературе подчеркивается, что с учетом стадии заболевания повторная мЦФК может считаться запланированным следующим этапом лечения, а кратность процедуры может быть различной [11].

До настоящего времени обсуждаются вопросы длительности гипотензивного эффекта первоначально проведенной мЦФК в зависимости от стадии, типа глаукомы и предшествующего хирургического анамнеза, возможность и сроки проведения повторной мЦФК, а также выбор мощности лазерной энергии, особенно при повторном вмешательстве [12-15].

Цель работы — оценка эффективности и безопасности повторной мЦФК у пациентов с рефрактерной оперированной глаукомой.

Материалы и методы

Под наблюдением находилось 89 пациентов (56 мужчин и 33 женщины) в возрасте $74,2 \pm 7,3$ года с развитой (16), далекозашедшей (58) и терминальной (15) стадией первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ). Длительность заболевания составляла от 3 до 25 лет (в среднем $13,5 \pm 6,6$ года), у большинства (63) была больше 10 лет. В анамнезе все пациенты перенесли неоднократно антиглаукоматозные лазерные (в среднем $1,3 \pm 0,6$) и хирургические (в среднем $1,78 \pm 0,7$) операции проникающего и непроникающего типов.

Следует отметить, что все пациенты до операции мЦФК находились на максимальном местном гипотензивном режиме (в среднем $3,0 \pm 0,4$ препарата).

До и после операции мЦФК всем пациентам проводилось офтальмологическое обследование, включающее визометрию, тонометрию (пневмо- и по методу Маклакова), биомикроскопию, по возможности компьютерную периметрию и оптическую когерентную томографию (ОКТ). Данные анамнеза, предоперационные значения проведенных исследований, включая максимально скорректированную остроту зрения (МКОЗ), ВГД, а также количество используемых гипотензивных препаратов в группах исследования обобщены в *табл. 1*.

При биомикроскопии до операции у пациентов глаз был спокоен. У части больных отмечалась застойная инъекция глазного яблока, а у больных с терминальной стадией — отек роговицы различной степени выраженности. Также обнаружены рубцовые изменения конъюнктивы в зоне ранее выполненных хирургических антиглаукоматозных вмешательств, фильтрационная подушка была облитерирована (*рис. 1*).

ОКТ заднего отрезка глазного яблока выполняли на приборе ОСТ-2000 3D («Торсон»). При обследовании оценивали состояние диска зрительного нерва (ДЗН) и макулярной зоны сетчатки: толщину слоя нервных волокон (СНВ) в перипапиллярной зоне и сетчатки в макулярной области.

Большим со II и III стадиями (74 пациента) удалось выполнить компьютерную периметрию (Ostorus 900).

Техника операции. Для выполнения мЦФК использовался прибор SUPRA 810 («Quantel Medical», Франция). Во время первой процедуры мЦФК, вне зависимости от стадии глаукомы, применялись базовые параметры лазера: энергия $W=2\ 000$ мВт, скважность 31,3%; время воздействия на обе полусферы 160 сек. (100 Дж лазерной энергии). Во время повторной процедуры мЦФК параметры лазерной энергии были увеличены (до 125 Дж). Указанные параметры находятся в безопасной и эффективной зоне значений лазерной энергии при проведении мЦФК (*рис. 2*) [10].

Таблица 1. Общие предоперационные показатели у пациентов с глаукомой (n=89)

Table 1. General preoperative parameters of patients with glaucoma (n=89)

Стадия глаукомы <i>Glaucoma stage</i>	Возраст, лет <i>Age, years</i>	Количество операций в анамнезе, n <i>Number of operations in patient's history, n</i>	МКОЗ <i>BCVA</i>	ВГД, мм рт.ст. <i>IOP, mm Hg</i>	Количество гипотензивных препаратов, n <i>Number of hypotensive drugs, n</i>
II стадия / <i>Stage II</i> (n=16)	68,0±8,6	1,7±0,6	0,71±0,11	27,9±8,7	2,7±0,3
III стадия / <i>Stage III</i> (n=58)	75,0±7,2	2,1±0,4	0,45±0,12	29,6±7,6	3,0±0,4
IV стадия / <i>Stage IV</i> (n=15)	78,0±6,3	2,3±0,5	0,003±0,001	34,1±8,1	3,2±0,5

Операционное поле больного обрабатывали раствором антисептика. После субтеноновой анестезии глазного яблока 2,0 мл анестетика проводилась секторальная мЦФК вышеуказанными параметрами в нижней и верхней полусфере глазного яблока, исключая 3 и 9 часов (рис. 3).

Назначались инстилляцией антисептика и нестероидного противовоспалительного препарата за 2 дня до операции и далее 3 раза в день после нее в течение 2 недель. Дополнительно с первого дня операции применяли глюкокортикостероиды 3 раза в день в течение 2 недель.

При статистической обработке результатов вычисляли среднее арифметическое значение (M), среднее арифметическое отклонение. Различия оценивали с помощью критерия Стьюдента, достоверными считались результаты при $p < 0,05$.

Результаты

Исходя из данных предоперационного обследования, всем 89 пациентам с РГ были определены показания к проведению мЦФК. Протокол наблюдения за оперированными пациентами включал осмотр и обследования на 1, 5–7-й день, и далее через 1, 3, 6, 9, 12 месяцев после первой операции. Наблюдение за пациентами после повторной мЦФК проводилось по той же схеме в сроки до 6 месяцев.

Таблица 2. Динамика изменения ВГД после проведения повторной мЦФК, мм рт.ст. (n=23)

Table 2. Time course of IOP changes after repeated MP-TSCPC, mm Hg (n=23)

Стадия глаукомы <i>Glaucoma stage</i>	ВГД до операции <i>IOP before surgery</i>	ВГД через 3 месяца <i>IOP after 3 months</i>	% снижения <i>% of decrease</i>	ВГД через 6 месяцев <i>IOP after 6 months</i>	% снижения <i>% of decrease</i>
II стадия / <i>Stage II</i> (n=6)	26,6±3,2	15,9±1,9	39,5	18,3±1,8	31,2
III стадия / <i>Stage III</i> (n=12)	28,0±4,0	16,1±2,3	42,5	19,1±2,0	31,8
IV стадия / <i>Stage IV</i> (n=55)	35,0±3,9	25,6±3,2	26,9	27,0± 2,9	22,9

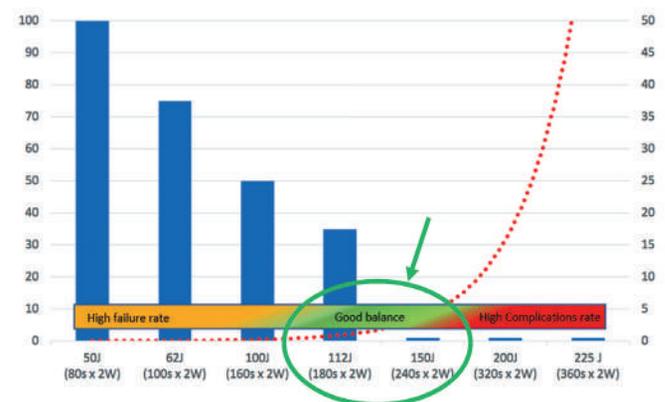


Рис. 2. Параметры лазерной энергии (стрелкой указаны безопасные параметры) (представлены по данным Sanchez F.G. et al., 2018 [10])

Fig. 2. Parameters of laser energy (the safe range is indicated by an arrow) (According to Sanchez F.G. et al., 2018 [10])

Во время операции осложнений не отмечено. Течение раннего послеоперационного периода у всех больных проходило спокойно. При осмотре в 1-й день после операции отмечался умеренный отек бульбарной конъюнктивы, отсутствовала перикорнеальная инъекция глазного яблока, влага передней камеры была прозрачной, ВГД было умеренно повышено (на 1-3 мм рт.ст.).

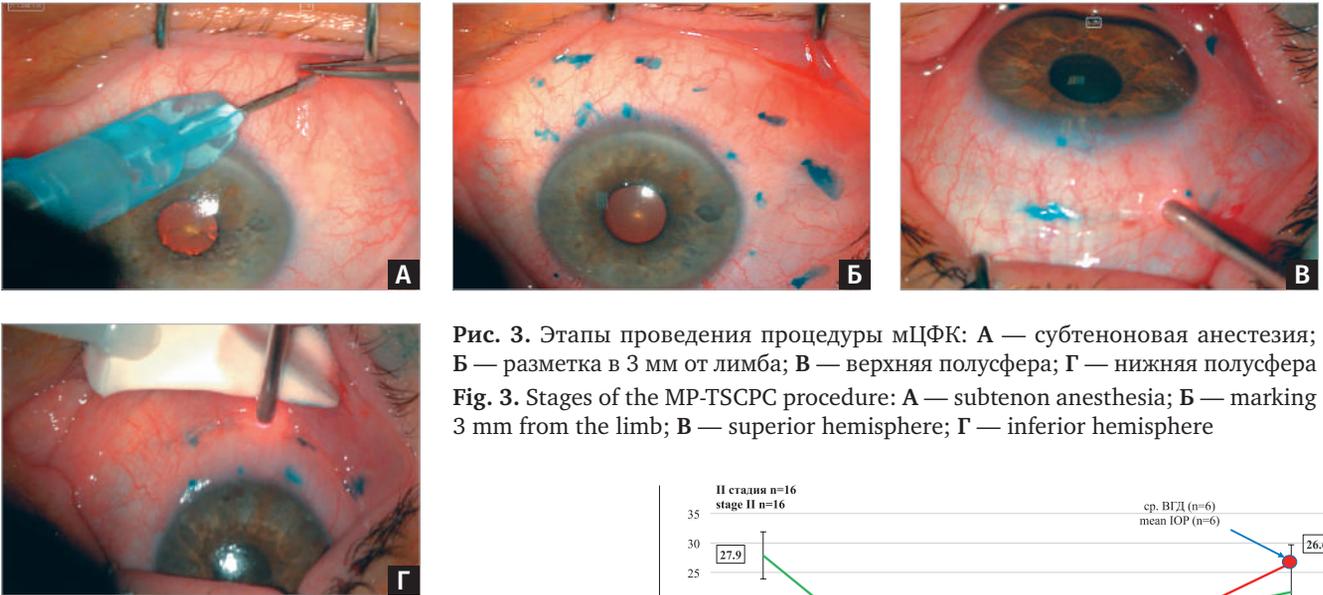


Рис. 3. Этапы проведения процедуры мЦФК: А — субтенозная анестезия; Б — разметка в 3 мм от лимба; В — верхняя полусфера; Г — нижняя полусфера
Fig. 3. Stages of the MP-TSCPC procedure: А — subtenon anesthesia; Б — marking 3 mm from the limb; В — superior hemisphere; Г — inferior hemisphere

Динамика ВГД после первой мЦФК была различной. В ранние сроки гипотензивный эффект был достигнут во всех случаях. В дальнейшем ВГД было стабилизировано у 10 из 16 пациентов с развитой стадией глаукомы, у 46 (79,3%) из 58 с далекозашедшей стадией, у 10 из 15 с терминальной стадией в сроки от 3 до 12 месяцев наблюдения. На графиках представлена динамика ВГД с учетом стадии заболевания (рис. 4-6).

Кроме того, анализ результатов показал, что после первого вмешательства у 66 (74,2%) больных функциональные результаты были стабильны за весь период наблюдения, оставаясь на дооперационном уровне, а параметры ДЗН и сетчатки, по данным ОКТ, остались в тех же значениях.

Всего зафиксировано 23 (25,8%) пациента с нестабильным ВГД после первой мЦФК. Этим пациентам были определены показания к повторной процедуре, которая была выполнена через 3 (1 пациент), 6 (14 пациентов), 9 (8 пациентов) месяцев после первого вмешательства.

Дополнительных особенностей течения послеоперационного периода при повторной мЦФК не отмечено. Как после первой, так и после повторной операции гипотензивный эффект в ранние сроки был достигнут во всех случаях, а его сохранение зависело от стадии заболевания (табл. 2, рис. 7).

У 6 пациентов с развитой стадией заболевания с исходным средним ВГД $26,6 \pm 3,2$ мм рт.ст. компенсация сохранялась до 6 месяцев наблюдения, составив в среднем $18,3 \pm 1,8$ мм рт.ст. ($p < 0,05$; снижение на 31,2% от исходного уровня).

Схожие результаты отмечены и в группе больных с далекозашедшей стадией заболевания. Так, в сроки 3 месяца после проведения процедуры отмечалось снижение ВГД в среднем с $28,0 \pm 4,0$ до $16,1 \pm 2,3$ мм рт.ст. ($p < 0,05$; снижение на 42,5%

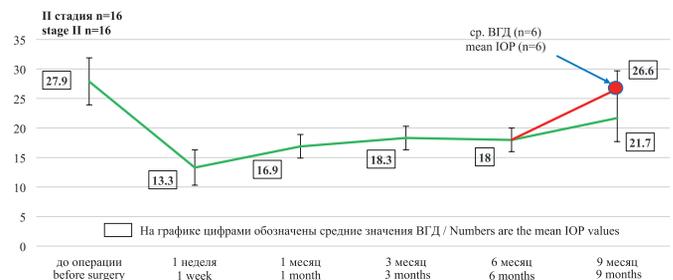


Рис. 4. Динамика изменения ВГД у пациентов со II стадией РГ (n=16)

Fig. 4. Time course of IOP changes in patients with stage II refractory glaucoma (n=16)

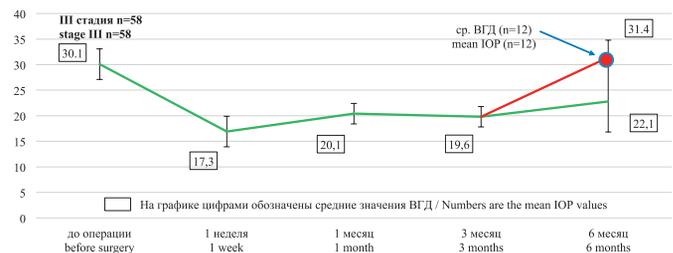


Рис. 5. Динамика изменения ВГД при III стадии глаукомы (n=58)

Fig. 5. Time course of IOP changes in patients with stage III glaucoma (n=58)

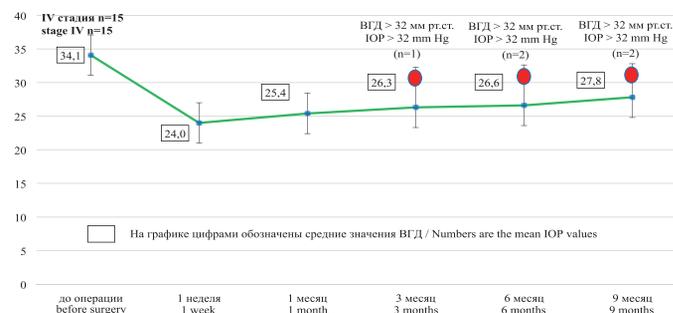


Рис. 6. Динамика изменения ВГД при IV стадии глаукомы (n=15)

Fig. 6. Time course of IOP changes in patients with stage IV glaucoma (n=15)

Таблица 3. Количество применяемых гипотензивных средств (n=23)
 Table 3. Number of antihypertensive drugs used (n=23)

Стадии глаукомы <i>Glaucoma stage</i>	Количество гипотензивных препаратов (ГП) <i>Number of antihypertensive drugs</i>		
	до операции <i>before surgery</i>	через 6 месяц <i>after 6 months</i>	достоверность <i>confidence</i>
Развитая / <i>Moderate</i> (n=6)	2,6±0,5	2,2±0,3	p<0,05
Далекозашедшая / <i>Advanced</i> (n=12)	3,0±0,5	2,4±0,3	p<0,05
Терминальная / <i>Terminal</i> (n=5)	3,2±0,6	2,9±0,4	p>0,05

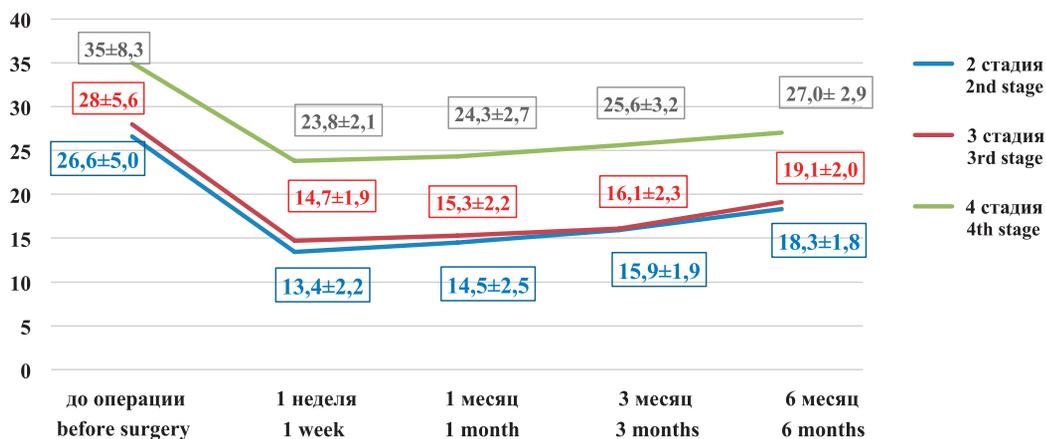


Рис. 7. Динамика ВГД после повторной МЦФК (n=23)

Fig. 7. Time course of IOP changes after repeated MP-TSCPC (n=23)

от исходного уровня) с последующей компенсацией ВГД до $19,1 \pm 2,0$ мм рт. ст. через 6 месяцев после операции (снижение на 31,8%; $p < 0,05$).

Закономерно, что наименее эффективно снижение ВГД зафиксировано у больных с терминальной стадией глаукомы. После проведения повторного вмешательства у 5 больных через 6 месяцев отмечалось снижение ВГД в среднем до $27,0 \pm 2,9$ мм рт.ст. (снижение на 22,9%; $p < 0,05$). И хотя после повторной процедуры не удалось достичь давления цели, больные отметили субъективное и клиническое улучшение — уменьшение боли и чувства тяжести в глазу, а также застойной инъекции и отека роговицы.

Количество применяемых гипотензивных капель после проведенной повторной МЦФК при II и III стадиях глаукомы значительно снизилось в среднем с $2,87 \pm 0,4$ до $1,6 \pm 0,3$ без назначения дополнительных препаратов (табл. 3).

МКОЗ у пациентов с развитой и далекозашедшей стадиями заболевания за весь период наблюдения оставалась на дооперационном уровне (табл. 4).

За период шестимесячного наблюдения параметры ДЗН и сетчатки, по данным ОКТ, остались в тех же значениях (табл. 5).

Пациентам с развитой и далекозашедшей стадиями оценивали в динамике поля зрения с помощью статической компьютерной периметрии OSTOPUS 900 по программе 30-2. Значимых изменений за период наблюдения не выявлено (табл. 6).

Обсуждение

Лечение РГ представляет собой одну из сложнейших задач современной офтальмологии [1-5]. В качестве альтернативы традиционным методам лечения рефрактерной глаукомы впервые в России в 1988 году М.М. Краснов и Л.П. Наумиди предложили использовать метод непрерывной диодлазерной циклофотокоагуляции [16]. Метод зарекомендовал себя как достаточно эффективный, но сопровождался серьезными осложнениями, основной причиной которых являлся коагуляционный некроз из-за непрерывного интенсивного лазерного воздействия

Таблица 4. МКОЗ до и после повторной мЦФК (n=23)
 Table 4. BCVA before and after repeated MP-TSCPC (n=23)

Стадии глаукомы <i>Glaucoma stage</i>	Острота зрения в различные сроки наблюдения <i>Visual acuity at various times of observation</i>		
	до операции <i>before surgery</i>	через 6 месяцев <i>after 6 months</i>	через 12 месяцев <i>after 12 months</i>
Развитая / <i>Moderate</i> (n= 6)	0,79±0,09	0,75±0,05	0,77±0,09
Далекозашедшая / <i>Advanced</i> (n=12)	0,52±0,13	0,5±0,05	0,51±0,1
Терминальная / <i>Terminal</i> (n=5)	0,004±0,001	0,003±0,001	0,003±0,001

Таблица 5. Параметры ОКТ сетчатки и зрительного нерва до и после повторной мЦФК (n=23)
 Table 5. OCT parameters of the retina and optic nerve before and after repeated MP-TSCPC (n=23)

Исследуемые параметры <i>Investigated parameters</i>	Стадия глаукомы <i>Glaucoma stage</i>	Сроки наблюдения / <i>Follow-up times</i>		
		до операции <i>before surgery</i>	через 6 месяцев <i>after 6 months</i>	через 12 месяцев <i>after 12 months</i>
Средняя толщина RNFL, мкм <i>Average RNFL thickness, μm</i>	II стадия / <i>Stage II</i> (n=6)	74,4±17,6	73,4±18,0	75,2±15,6
	III стадия / <i>Stage III</i> (n=12)	46,6±8,5	46,8±6,2	46,7±7,1
Макулярная зона, мкм <i>Macular area, μm</i>	II стадия / <i>Stage II</i> (n=6)	220,4±16,6	222,6±17,3	224,6±14,8
	III стадия / <i>Stage III</i> (n=12)	218,4±12,5	216,1±11,9	217,8±13,2

Таблица 6. Данные статической периметрии до и после мЦФК (n=23)
 Table 6. Static perimetry findings before and after MP-TSCPC (n=23)

Исследуемый параметр <i>Investigated parameters</i>	Стадия глаукомы <i>Glaucoma stage</i>	Сроки наблюдения / <i>Follow-up times</i>	
		до операции <i>before surgery</i>	через 6 месяцев <i>after 6 months</i>
MD (mean deviation), dB	II стадия / <i>Stage II</i> (n=6)	8,28±1,28	8,05±1,19
	III стадия / <i>Stage III</i> (n=12)	14,7±2,2	15,27±1,96

[6, 17, 18]. Именно поэтому в последние годы была разработана методика транссклеральной микроимпульсной ЦФК, при которой с помощью лазера с длиной волны (810 нм) осуществляется серия повторяющихся коротких импульсов лазерной энергии со стандартным рабочим циклом 31,3% [6, 7, 11, 12]. Такой характер доставки энергии, используемый в микроимпульсной ЦФК, не приводит к развитию коагуляционного некроза и потенциально снижает частоту осложнений [6, 7, 13–15].

Данные литературы и собственные результаты показывают эффективность и безопасность мЦФК при лечении РГ [14–15, 19]. При этом критерии эффективности мЦФК содержатся в шкале Каплана – Мейера [10], основными параметрами которой являются показатели снижения ВГД в долгосрочной перспективе, отсутствие показаний к назначению дополнительных гипотензивных средств, отсутствие осложнений и дополнительной хирургии глаукомы, кроме мЦФК [10].

Опубликованные ранее и обсуждаемые настоящие собственные результаты показали, что стабилизация ВГД в течение 12 месяцев после проведения однократной операции мЦФК у больных с оперированной рефрактерной глаукомой различной стадии отмечалась в 66 (74,2%) из 89 случаев. При этом динамика офтальмотонуса после первой мЦФК была различной. Если в ранние сроки гипотензивный эффект был достигнут во всех случаях, то в дальнейшем ВГД после первой мЦФК в сроки от 3 до 12 месяцев наблюдения было стабилизировано у 10 из 16 пациентов при развитой, у 46 (79,3%) из 58 при далекозашедшей, у 10 из 15 больных при терминальной стадии. Через 3 (1 пациент), 6 (14 больных) и 9 (8 больных) месяцев наблюдения эффект первой процедуры уменьшился у 23 пациентов. Снижение ВГД было заметно меньше 20% от исходного уровня, что и потребовало проведения повторной мЦФК без дополнительного хирургического вмешательства.

Анализ результатов показал, что после первого вмешательства отсутствовали осложнения операции и послеоперационного периода, функциональные результаты были стабильны: МКОЗ у пациентов с развитой и далекозашедшей стадиями заболевания за весь период наблюдения оставалась на дооперационном уровне, а параметры ДЗН и сетчатки, по данным ОКТ, остались в тех же значениях.

Аналогичные результаты отмечались и после повторного проведения мЦФК в анализируемой группе больных. Течение операции и послеоперационного периода у всех больных проходило спокойно. Через 6 месяцев наблюдения отмечалось снижение ВГД при развитой, далекозашедшей и терминальной стадиях заболевания соответственно на 31,2%, 31,8%, 22,9% от исходного уровня. Кроме того, число применяемых гипотензивных капель при II и III стадиях глаукомы значимо снизилось в среднем с $2,87 \pm 0,4$ до $1,6 \pm 0,3$ без назначения дополнительных препаратов, а функциональные результаты, по данным обследования, были стабильны. Ни в одном случае не потребовалось проведения иного антиглаукомного хирургического вмешательства. Таким образом, полученные результаты в анализируемой группе больных соответствуют анализу Каплана – Мейера по эффективности успеха проведенного лечения [10].

Следует отметить, что в литературе обнаружено только несколько работ, посвященных повторной мЦФК. При этом одни авторы рекомендуют использовать более высокие показатели лазерной энергии в сравнении с первой процедурой, другие склоняются к более низким уровням энергии, но с возможностью многократного повторения вмешательства [7, 11, 12, 14].

Исследования, в которых при мЦФК применялись относительно низкие уровни энергии (≤ 100 Дж и ≤ 160 с), показали умеренные результаты (снижение ВГД примерно на 30%) в краткосрочной пер-

спективе (около 1 месяца). Но во многих случаях для поддержания эффекта в среднесрочной перспективе потребовалось более одного сеанса мЦФК (до трех) [10, 20, 21], из-за чего некоторые авторы отказались от метода из-за недостаточных результатов [7].

Стратегию низких энергий выбрали также А.М. Tan et al. (2010), которые оценили безопасность и эффективность мЦФК (40 операций) с рефрактерной глаукомой. Авторы использовали настройки лазера с суммарной энергией 62,5 Дж. При этом в 14 (35%) из 40 случаев потребовалась повторная операция. Далее после повторной мЦФК в 9 случаях из указанных 14 глаз ВГД вновь декомпенсировалось, и, учитывая низкую суммарную эффективность, авторы отказались от третьего сеанса мЦФК [11].

Похожую тактику выбрали М.С. Aquino et al. (2015), изучившие эффективность мЦФК с применением щадящей лазерной энергии (62,5 Дж) у 24 больных. После 18 месяцев наблюдения лишь в 52% случаев (13 из 24 пациентов) были достигнуты критерии успеха (ВГД от 6 до 21 мм рт. ст. и снижение базового ВГД как минимум на 30%). При этом авторы сообщают о проведении в дальнейшем второго и третьего сеансов лазерного лечения [6].

Ретроспективную серию 79 случаев пациентов с РГ, которым была проведена мЦФК, опубликовали А.Л. Williams et al. (2018). Авторы, используя мощность лазера 2000 мВт, применяли более длительное время лечения — 300 с на обе полусферы глазного яблока (187,8 Дж). В послеоперационном периоде в среднем наблюдалось снижение ВГД на 51% (от среднего базового уровня в 31,9 мм рт.ст.). И тем не менее дополнительное применение мЦФК потребовалось для 10 (12,6%) глаз, у 8 из которых ВГД компенсировалось в сроки между 1 и 3 месяцами после лечения [7]. Однако авторы не сообщают о выбранном режиме энергии и о сроках повторного вмешательства после первоначальной процедуры.

Аналогичное ретроспективное исследование 19 пациентов со средним временем наблюдения 60,3 дня после мЦФК провели S. Kuchag с коллегами (2016). Все пациенты получали лазерное лечение с установкой мощности 2000 мВт и длительностью от 100 до 240 с (от 62,6 до 150,2 Дж) в соответствии с решением лечащего врача. В этой группе больных авторы достигли высокого результата — 73,7%, однако 3 (15,8%) пациентам потребовалось дополнительное проведение мЦФК, что суммарно привело к компенсации ВГД до 89,5% [22]. Несмотря на высокий результат, это исследование ограничено относительно коротким периодом наблюдения (2 месяца). Таким образом, следует предположить, что повторная процедура 3 больным проводилась в ранние сроки после первого курса лечения с неизвестными параметрами лазерной энергии.

A.G. Garcia et al. (2019) провели ретроспективный анализ 116 операций мЦФК, в котором увеличение энергии воздействия регулировалось временем (более 180 с и менее 180 с). Положительный

эффект достигнут в 66,4% случаев. Статистически достоверной разницы в эффективности в зависимости от времени воздействия не получено. Авторы указывают, что количество осложнений на глазах при более продолжительном воздействии было выше по сравнению с глазами с меньшей длительностью. В 22 (19,0%) случаях пациентам потребовалась повторная процедура мЦФК [23].

Вопросы выбора энергии напрямую связаны с осложнениями операции и послеоперационного периода. Действительно, верхний уровень общей энергии, который может быть применен, в основном ограничен появлением осложнений. Так, A.L. Williams et al. (2018) и M.E. Emanuel et al. (2017) использовали до 200 и 225 Дж энергии и получили снижение ВГД от базового уровня на 46% и 60% соответственно. Тем не менее осложнения составили более 45% случаев в обоих исследованиях [7, 14]. Наиболее распространенными осложнениями отмечены снижение зрения, хроническая гипотония, увеит до 3-х месяцев наблюдения.

F.G. Sanchez и др. (2018) применили уровень энергии мЦФК в диапазоне от 62 до 112 Дж у 17 пациентов (в основном с врожденной и псевдоэкзофолитивной глаукомой) с наблюдением более 6 месяцев. Общая эффективность оказалась невысокой — 27,3%. Однако у пациентов при использовании более высоких уровней энергии (112 Дж) достигнуто 75% успеха и снижение ВГД по сравнению с исходным уровнем на 34%. У всех пациентов, получивших низкий уровень энергии (62 Дж), ВГД оставалось некомпенсированным. Ни в одном случае осложнений не наблюдалось [10].

Анализ имеющихся литературных данных и собственных исследований позволяет предположить, что оптимальный баланс эффективности/безопасности с минимальным побочным действием при различных стадиях глаукомы находится в безопасной и эффективной зоне значений лазерной энергии в диапазоне от 112 до 150 Дж (см. график на рис. 2) [10, 19, 24, 25].

Собственные исследования показали, что первоначальное применение лазерной энергии в 100 Дж при мЦФК у 89 пациентов привело к компенсации ВГД у 66 (74,2%) больных с различной стадией глаукомы до 12 месяцев наблюдения и лишь 23 (25,8%) пациентам потребовалось повторное вмешательство

в сроки 3 (1 пациент), 6 (14 пациентов), 9 (8 пациентов) месяцев после первой процедуры. При повторном вмешательстве использовалось 125 Дж лазерной энергии, что позволило добиться компенсации ВГД при 6-месячном сроке наблюдения у всех больных с развитой и далекозашедшей стадиями глаукомы (18 больных). При терминальной стадии заболевания (5 больных) удалось снизить ВГД на 22,9% от исходного уровня, получить субъективное и клиническое улучшение. Данные параметры лазера обеспечили неосложненное течение операции и послеоперационного периода. Анализ результатов повторного вмешательства выявил стабильное состояние остроты зрения и параметров ДЗН по данным ОКТ, а количество применяемых гипотензивных препаратов после проведенных процедур мЦФК при II и III стадиях глаукомы значительно снизилось в среднем с $3,04 \pm 0,4$ до $2,45 \pm 0,3$. При терминальной стадии заболевания уменьшение гипотензивных средств было менее значимо ($p > 0,05$).

Заключение

Анализ результатов показал, что как однократная, так и повторная микроинвазивная ЦФК у пациентов с РГ с лазерной энергией 100 и 125 Дж является эффективным и безопасным методом лечения.

Параметры успеха, оцениваемые по шкале Каплана – Мейера, показали, что проведение первичной мЦФК с лазерной энергией 100 Дж оказалось эффективно у 66 (74,2%) из 89 пациентов, из них при развитой стадии у 10 из 16, у 46 (79,3%) из 58 при далекозашедшей стадии и у 10 из 15 при терминальной стадии в сроки от 3 до 12 месяцев наблюдения. Проведение повторной мЦФК у 23 пациентов с большей энергией воздействия (125 Дж) привело к снижению ВГД при развитой стадии заболевания на 31,2% от исходного, при далекозашедшей стадии на 31,8% и при терминальной стадии заболевания на 22,9% к 6 месяцам наблюдения; к снижению количества применяемых гипотензивных капель в среднем с $2,87 \pm 0,4$ до $1,6 \pm 0,3$; сохранению функциональных результатов и стабильному состоянию параметров ДЗН и сетчатки.

Возможен пересмотр базовых параметров процедуры мЦФК со 100 до 125 Дж для достижения более длительного и одновременно безопасного гипотензивного эффекта у больных с РГ.

References

1. Егоров Е.А. Национальное руководство по глаукоме для практикующих врачей. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2011. 279 с.
2. Астахов Ю.С., Егоров Е.А., Астахов С.Ю., Брезель Ю.А. Хирургическое лечение «рефрактерной» глаукомы. *РМЖ. Клиническая офтальмология*. 2006; 2(1):25–27.
3. Еричев В.П. Рефрактерная глаукома: особенности лечения. *Вестник офтальмологии*. 2000; 116(5):8–10.
4. Бессмертный А.М., Червяков А.Ю. Применение имплантатов в лечении рефрактерной глаукомы. *Глаукома*. 2001; 1:44–47.
5. Egorov EA. Natsional'noe rukovodstvo po glaukome dlya praktikuyushchikh vrachey [National Guidelines for Glaucoma Practitioners.]. Moscow: GEOTAR-Media; 2011. 279 p. (In Russ.)
6. Astakhov Y.S., Egorov E.A., Astakhov S.Y., Brezel Y.A. Surgical treatment of refractory glaucoma. *RMJ Clinical Ophthalmology*. 2006; 2(1):25–27. (In Russ.)
7. Erichev V.P. Refractory glaucoma: treatment features. *Vestnik oftal'mologii*. 2000; 116(5):8–10. (In Russ.)
8. Bessmertny A.M., Chervyakov A.Yu. The use of implants in the treatment of refractory glaucoma. *Glaucoma*. 2001; 1:44–47. (In Russ.)

5. Бессмертный А.М. К вопросу о дифференцированном хирургическом лечении основных форм рефрактерной глаукомы. *РМЖ Клиническая офтальмология*. 2002; 2:59-60.
6. Aquino M.C., Barton K., Tan A.M., Sing C. et al. Micropulse versus continuous wave transscleral diode cyclophotocoagulation in refractory glaucoma: a randomized exploratory study. *Clin Exp Ophthalmol*. 2015; 43(1):40-46. doi:10.1111/ceo.12360 pmid: 24811050
7. Williams A.L., Moster M.R., Rahmatnejad K., Resende A.F. et al. Clinical efficacy and safety profile of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in refractory glaucoma. *J Glaucoma*. 2018; 27(5):445-449. doi:10.1097/IJG.0000000000000934 pmid: 29521718
8. Zaarour K., Abdelmassih Y., Arej N., Cherfan G., Tomey K.F., Khoueir Z. Outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in uncontrolled glaucoma patients. *J Glaucoma*. 2019; 28(3):270-275. https://doi: 10.1097/IJG.0000000000001174
9. Maslin J.S., Chen P.P., Sinard J., Nguyen A.T., Noecker R. Histopathologic changes in cadaver eyes after MicroPulse and continuous wave transscleral cyclophotocoagulation. *Canadian J Ophthalmol*. 2020; 55(4):330-335. doi:10.1016/j.jcjo.2020.03.010
10. Sanchez F.G., Lerner F., Sampaolesi J., Noecker R. et al. Efficacy and safety of micropulse(r) transscleral cyclophotocoagulation in glaucoma. *Arch Soc Esp Ophthalmol*. 2018; 93(12):573-579. doi:10.1016/j.oftal.2018.08.003
11. Tan A.M., Chockalingam M., Aquino M.C., Lim Z.L. et al. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation in the treatment of refractory glaucoma. *Clin Exper Ophthalmol*. 2010; 38(3):266-272. doi:10.1111/j.1442-9071.2010.02238
12. Aquino M.C., Lim D., Chew P.T.K. Micropulse P3™ (MP3) laser for glaucoma: an innovative therapy. *J Curr Glaucoma Pract*. 2018; 12(2):51-52. doi:10.5005/jp-journals-10008-1244
13. Ходжаев Н.С., Сидорова А.В., Старостина А.В., Елисева М.А. Микроимпульсная транссклеральная циклофотокоагуляция в комбинированном хирургическом лечении рефрактерной глаукомы: предварительные результаты. *Современные технологии в офтальмологии*. 2019; 4:95-98. doi.org/10.25276/2312-4911-2019-4-95-98
14. Emanuel M.E., Grover D.S., Fellman R.L., Godfrey D.G. et al. Micropulse cyclophotocoagulation: initial results in refractory glaucoma. *J Glaucoma*. 2017; 26(8):726-729. doi.org/10.1097/IJG.0000000000000715
15. Souissi S., Baudouin C., Labbé A., Hamard P. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation using a standard protocol in patients with refractory glaucoma naive of cyclodestruction. *Eur J Ophthalmol*. 2021; 31(1):112-119. doi.org/10.1177/1120672119877586
16. Краснов М.М., Наумиди Л.П. Транссклеральная контактная лазерная циклофотокоагуляция при глаукоме. *Вестник офтальмологии*. 1988; 4:35-39.
17. Бойко Э.В., Куликов А.Н., Скворцов В.Ю. Сравнительная оценка диодлазерной термотерапии и лазеркоагуляции как методов циклодеструкции (экспериментальное исследование). *Практическая медицина. Офтальмология*. 2012; 4-1(59):175-179.
18. Schlote T., Greb M., Kynigopoulos M. Long-term results after transscleral diode laser cyclophotocoagulation in refractory posttraumatic glaucoma and glaucoma in aphakia. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2008; 246(3):405-410. doi: 10.1007/s00417-007-0708-0
19. Толчинская А.И., Йошин И.Э., Максимов И.В. Применение микроинвазивной циклофотокоагуляции (МП-ТСПК) у пациентов с рефрактерной глаукомой. *Современные технологии в офтальмологии*. 2020; 4 (35):151-152. doi.org/10.25276/2312-4911-2020-4-151-152
20. Pantcheva M.B., Kahook M.Y., Schuman J.S., Noecker R.J. Comparison of acute structural and histopathological changes in human autopsy eyes after endoscopic cyclophotocoagulation and transscleral cyclophotocoagulation. *Br J Ophthalmol*. 2007; 91(2):248-252. doi: 10.1136/bjo.2006.103580 pmid: 16987899
21. Masi M., Lin S.C., Babic K. Micropulse transscleral diode laser cyclophotocoagulation: mid to long-term results. Presented at: The 26th Annual AGS Meeting; Coronado, CA. 2017.
22. Kuchar S., Moster M.R., Reamer C.B., Waisbourd M. Treatment outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in advanced glaucoma. *Lasers Med Sci*. 2016; 31(2):393-396. doi: 10.1007/s10103-015-1856-9
23. Garcia G.A., Nguyen C.V., Yelenskiy A. et al. Micropulse transscleral diode laser cyclophotocoagulation in refractory glaucoma. *Ophthalmology Glaucoma*. 2019; 2(6):402-412. doi.org/10.1016/j.ogla.2019.08.009
24. Nguyen M., Noecker M. Micropulse Trans-scleral cyclophotocoagulation for the treatment of glaucoma. Presented at: The 26th Annual AGS Meeting; Coronado, CA. 2017.
25. Shazly M., Tarek A. Outcomes Of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in medically uncontrolled Glaucoma. Presented at: The 26th Annual AGS Meeting; Coronado, CA. 2017.
5. Bessmertny A.M. On the issue of differentiated surgical treatment of the main forms of refractory glaucoma. *RMJ Clinical Ophthalmology*. 2002; 2:59-60. (In Russ.)
6. Aquino M.C., Barton K., Tan A.M., Sing C. et al. Micropulse versus continuous wave transscleral diode cyclophotocoagulation in refractory glaucoma: a randomized exploratory study. *Clin Exp Ophthalmol*. 2015; 43(1):40-46. doi:10.1111/ceo.12360 pmid: 24811050
7. Williams A.L., Moster M.R., Rahmatnejad K., Resende A.F. et al. Clinical efficacy and safety profile of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in refractory glaucoma. *J Glaucoma*. 2018; 27(5):445-449. doi:10.1097/IJG.0000000000000934 pmid: 29521718
8. Zaarour K., Abdelmassih Y., Arej N., Cherfan G., Tomey K.F., Khoueir Z. Outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in uncontrolled glaucoma patients. *J Glaucoma*. 2019; 28(3):270-275. https://doi: 10.1097/IJG.0000000000001174
9. Maslin J.S., Chen P.P., Sinard J., Nguyen A.T., Noecker R. Histopathologic changes in cadaver eyes after MicroPulse and continuous wave transscleral cyclophotocoagulation. *Canadian J Ophthalmol*. 2020; 55(4):330-335. doi:10.1016/j.jcjo.2020.03.010
10. Sanchez F.G., Lerner F., Sampaolesi J., Noecker R. et al. Efficacy and safety of micropulse(r) transscleral cyclophotocoagulation in glaucoma. *Arch Soc Esp Ophthalmol*. 2018; 93(12):573-579. doi:10.1016/j.oftal.2018.08.003
11. Tan A.M., Chockalingam M., Aquino M.C., Lim Z.L. et al. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation in the treatment of refractory glaucoma. *Clin Exper Ophthalmol*. 2010; 38(3):266-272. doi:10.1111/j.1442-9071.2010.02238
12. Aquino M.C., Lim D., Chew P.T.K. Micropulse P3™ (MP3) laser for glaucoma: an innovative therapy. *J Curr Glaucoma Pract*. 2018; 12(2):51-52. doi:10.5005/jp-journals-10008-1244
13. Khodzaev N.S., Sidorova A.V., Starostina A.V., Eliseeva M.A. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation in combined surgical treatment of refractory glaucoma. *Modern technologies in ophthalmology*. 2019; 4:95-98. (In Russ.) doi.org/10.25276/2312-4911-2019-4-95-98
14. Emanuel M.E., Grover D.S., Fellman R.L., Godfrey D.G. et al. Micropulse cyclophotocoagulation: initial results in refractory glaucoma. *J Glaucoma*. 2017; 26(8):726-729. doi.org/10.1097/IJG.0000000000000715
15. Souissi S., Baudouin C., Labbé A., Hamard P. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation using a standard protocol in patients with refractory glaucoma naive of cyclodestruction. *Eur J Ophthalmol*. 2021; 31(1):112-119. doi.org/10.1177/1120672119877586
16. Krasnov M.M., Naumidi L.P. Transscleral contact laser cyclophotocoagulation for glaucoma. *Vestnik oftalmologii*. 1988; 4:35-39. (In Russ.)
17. Boyko E.V., Kulikov A.N., Skvortsov V.Yu. Comparative evaluation of diode laser thermotherapy and laser coagulation as methods of cyclodestruction (experimental study). *Practical medicine. Ophthalmology*. 2012; 4-1(59):175-179. (In Russ.)
18. Schlote T., Greb M., Kynigopoulos M. Long-term results after transscleral diode laser cyclophotocoagulation in refractory posttraumatic glaucoma and glaucoma in aphakia. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2008; 246(3):405-410. doi: 10.1007/s00417-007-0708-0
19. Tolchinskaya A.I., Ioshin I.E., Maksimov I.V. Application of microinvasive cyclophotocoagulation (MP-TSCPC) in patients with refractory glaucoma. *Modern technologies in ophthalmology*. 2020; 4(35): 151-152. doi.org/10.25276/2312-4911-2020-4-151-152
20. Pantcheva M.B., Kahook M.Y., Schuman J.S., Noecker R.J. Comparison of acute structural and histopathological changes in human autopsy eyes after endoscopic cyclophotocoagulation and transscleral cyclophotocoagulation. *Br J Ophthalmol*. 2007; 91(2):248-252. doi: 10.1136/bjo.2006.103580 pmid: 16987899
21. Masi M., Lin S.C., Babic K. Micropulse transscleral diode laser cyclophotocoagulation: mid to long-term results. Presented at: The 26th Annual AGS Meeting; Coronado, CA. 2017.
22. Kuchar S., Moster M.R., Reamer C.B., Waisbourd M. Treatment outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in advanced glaucoma. *Lasers Med Sci*. 2016; 31(2):393-396. doi: 10.1007/s10103-015-1856-9
23. Garcia G.A., Nguyen C.V., Yelenskiy A. et al. Micropulse transscleral diode laser cyclophotocoagulation in refractory glaucoma. *Ophthalmology Glaucoma*. 2019; 2(6):402-412. doi.org/10.1016/j.ogla.2019.08.009
24. Nguyen M., Noecker M. Micropulse Trans-scleral cyclophotocoagulation for the treatment of glaucoma. Presented at: The 26th Annual AGS Meeting; Coronado, CA. 2017.
25. Shazly M., Tarek A. Outcomes Of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in medically uncontrolled Glaucoma. Presented at: The 26th Annual AGS Meeting; Coronado, CA. 2017.