

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОИМПУЛЬСНОЙ ЦИКЛОФОТОКОАГУЛЯЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С РАННИМИ СТАДИЯМИ ПЕРВИЧНОЙ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМЫ

**И.Э. Иошин, А.И. Толчинская, А.В. Ракова**

ФГБУ «Клиническая больница» Управления делами Президента РФ (Москва, Россия)

**Для цитирования:** Иошин И.Э., Толчинская А.И., Ракова А.В. Опыт применения микроимпульсной циклофотокоагуляции у пациентов с ранними стадиями первичной открытоугольной глаукомы. *Аспирантский вестник Поволжья*. 2022;22(2):35-39. doi: 10.55531/2072-2354.2022.22.2.35-39

### ■ Сведения об авторах

Иошин И.Э. – д-р мед. наук, профессор, руководитель Центра офтальмологии. E-mail: igor.ioshin@gmail.com

Толчинская А.И. – д-р мед. наук, врач-офтальмолог. ORCID: 0000-0002-8116-1038 E-mail: atolchinskaya@mail.ru

Ракова А.В. – канд. мед. наук, врач-офтальмолог. ORCID: 0000-0001-9086-8716 E-mail: ranetka2004@inbox.ru

Рукопись получена: 06.06.2022

Рецензия получена: 04.07.2022

Решение о публикации: 19.09.2022

### ■ Аннотация

**Цель** – оценить эффективность и безопасность применения микроимпульсной циклофотокоагуляции у пациентов с ранними стадиями глаукомы.

**Материал и методы.** Под наблюдением находились 35 пациентов с ранними стадиями первичной открытоугольной глаукомы (17 пациентов с начальной стадией, у 18 – развитой) до и в течение 12 месяцев после выполнения микроимпульсной циклофотокоагуляции (прибор SUPRA 810, Quantel Medical, Франция) с применением модифицированных параметров лазера – энергия –  $W=2000$  мВт, 31,3 % – экспозиция цикла, суммарное время воздействия на четыре сектора – 200 с, общая энергия составила 125 Дж. Плотность потока энергии 121,8 Дж/м<sup>2</sup>.

**Результаты.** После проведения процедуры осложнений выявлено не было. У всех наблюдаемых пациентов максимально скорректированная острота зрения не изменялась за весь период наблюдения. Снижения внутриглазного давления удалось достигнуть у всех наблюдаемых пациентов. К 6 месяцам уровень внутриглазного давления оставался стабильным и составил в среднем  $15,5 \pm 4,5$  мм рт. ст. За 12 месяцев наблюдения сохранялся гипотензивный эффект до 31% от исходного внутриглазного давления, что составило в среднем  $16,0 \pm 3,5$  мм рт. ст. Кроме того, выраженный и стойкий гипотензивный эффект позволил снизить количество применяемых гипотензивных препаратов, а у 6 из 17 пациентов с начальной глаукомой отменить их.

**Заключение.** Микроимпульсная циклофотокоагуляция показала высокую эффективность (до 31% от исходного в течение года) в снижении внутриглазного давления у пациентов с ранними стадиями глаукомы. Применение модифицированного протокола микроимпульсной циклофотокоагуляцией у пациентов с высокой остротой зрения демонстрирует хороший профиль безопасности, что выражалось в адекватном послеоперационном периоде. Необходимо дальнейшее наблюдение за пациентами после микроимпульсной циклофотокоагуляцией для выработки практических рекомендаций по показаниям и режимам.

■ **Ключевые слова:** открытоугольная глаукома; внутриглазное давление; микроимпульсная циклофотокоагуляция.

■ **Конфликт интересов:** не заявлен.

### ■ Список сокращений

ПОУГ – первичная открытоугольная глаукома; мЦФК – микроимпульсная циклофотокоагуляция; ВГД – внутриглазное давление; МКОЗ – максимально скорректированная острота зрения; ОКТ – оптическая когерентная томография.

## EXPERIENCE OF MICROPULSE CYCLOPHOTOCOAGULATION FOR TREATMENT PATIENTS WITH EARLY STAGES OF GLAUCOMA

**Igor E. Ioshin, Anna I. Tolchinskaya, Anna V. Rakova**

Clinical Hospital of the Administrative Directorate of the President of the Russian Federation (Moscow, Russia)

**Citation:** Ioshin IE, Tolchinskaya AI, Rakova AV. Experience of micropulse cyclophotocoagulation for treatment patients with early stages of glaucoma. *Aspirantskiy vestnik Povolzhya*. 2022;22(2):35-39. doi: 10.55531/2072-2354.2022.22.2.35-39

### ■ Information about authors

Igor E. Ioshin – PhD, Professor, Head of the Center of Ophthalmology. E-mail: igor.ioshin@gmail.com

Anna I. Tolchinskaya – PhD, ophthalmologist. ORCID: 0000-0002-8116-1038 E-mail: atolchinskaya@mail.ru

Anna V. Rakova – PhD, ophthalmologist. ORCID: 0000-0001-9086-8716 E-mail: ranetka2004@inbox.ru

Received: 06.06.2022

Revision Received: 04.07.2022

Accepted: 19.09.2022

### ■ Abstract

**Aim** – to evaluate the efficacy and safety of micropulse transscleral cyclophotocoagulation (MP-TSCPC) modality in patients with early stages of glaucoma.

**Material and methods.** We examined 38 patients with early stage of primary open-angle uncompensated glaucoma (POAG) (17 patients with early stage, 18 patients with advanced stage) before and during 12 months after the MP-TSCPC treatment (SUPRA device 810, Quantel Medical, France) using the modified laser parameters - power  $W=2000$  MW, 31,3 % - exposure cycle, total treatment time in 4 sectors - 200 s, the total energy 125 J. Fluence - 121.8 J/m<sup>2</sup>.

**Results.** There were no complications after the procedure. In all patients, BCVA did not change during the observation period. A decrease in IOP was achieved in all patients. In 6 months of follow-up, the level of IOP remained stable and averaged  $15.5 \pm 4.5$  mm Hg. Up to 12 months of follow-up, the hypotensive effect persisted up to 31% of the initial IOP, which averaged  $16.0 \pm$

3.5 mm Hg. As a result, the persistent hypotensive effect helped to reduce the number of IOP-lowering medications in general, and to cancel them in 6 cases of 17 patients with early stage glaucoma.

**Conclusion.** MP-TSCPC modified protocol showed high efficiency (up to 31% of the initial value during the year) in reducing the intraocular pressure in patients with early stages of glaucoma. The use of MP-TSCPC in patients with high visual acuity demonstrated a good safety profile due to areactive postoperative period. Further monitoring of patients after MP-TSCPC is necessary to develop practical recommendations for indications and regimens.

- **Keywords:** open angle glaucoma; intraocular pressure; micropulse cyclophotocoagulation.
- **Conflict of interest:** nothing to disclose.

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Ведение глаукомы представляет собой актуальную проблему в офтальмологии. Заболевание относится к дегенеративному и приводит к необратимой потере зрительных функций. Согласно Национальному руководству по глаукоме, при выборе вектора ведения глаукомы принято начинать с медикаментозной терапии. Множество препаратов с различными названиями дают как преимущества, так и сложности выбора. Осознанная необходимость обязательного и постоянного закапывания при постановке диагноза «впервые выявленная глаукома» часто воспринимается пациентами в дебюте наблюдения неадекватно. Отмечены случаи самостоятельной отмены или пропуска инстилляций, особенно когда зрительные функции на высоком уровне. Проблемы длительных инстилляций также хорошо известны. Поэтому поиск дополнительных или альтернативных способов с минимальной травматичностью, которые можно было бы применить до хирургического этапа лечения первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ), продолжается в течение многих лет [1–5]. В случае возникновения проблем с гипотензивной терапией решается вопрос о применении лазерных методов [2].

В последние годы микроимпульсная технология с различными вариантами по длительности и интенсивности лазерного воздействия зарекомендовала себя как эффективная и безопасная процедура в лечении глаукомы [6–8]. Научными работами и клиническим опытом как в пилотных, так и в рандомизированных исследованиях по лечению рефрактерной глаукомы были получены доказательства того, что микроимпульсная циклофотокоагуляция (мЦФК) эффективно снижает внутриглазное давление (ВГД) с минимальными осложнениями [8–14]. Кроме того, мЦФК обеспечивает снижение потребности в местных гипотензивных препаратах. Все эти факторы, а также успешный опыт применения мЦФК в случаях рефрактерной глаукомы – хороший гипотензивный эффект на фоне сохранения как высоких, так и остаточных зрительных функций – позволили ограниченно применить данную методику у пациентов с ранними стадиями глаукомы [11, 15].

## ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить эффективность применения мЦФК у пациентов с ранними стадиями глаукомы.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Под наблюдением находились 35 пациентов с ранними стадиями ПОУГ с давностью заболевания от 6 месяцев до 6 лет. Срок наблюдения составил в среднем  $17 \pm 11$  месяцев (от 6 до 28 месяцев). По данным периметрии у 17 пациентов была установлена начальная стадия глаукомы (MD от -0,00 до -6,00 дБ), у 18 – развитая (MD от -6,01 до -12,00 дБ).

У всех пациентов были определены показания к мЦФК: некомпенсированное ВГД, изменения по данным периметрии и ОКТ. У 11 пациентов был значительный дискомфорт при инстилляциях, частые самостоятельные перерывы в режиме инстилляций у 6 пациентов.

До и после операции мЦФК всем пациентам проводилось офтальмологическое обследование, включающее визометрию, тонометрию (пневмо- и по методу Маклакова), биомикроскопию, компьютерную периметрию (показатели среднего отклонения – MD, средний показатель светочувствительности – MS, скорректированный показатель снижения светочувствительности – sLV) и оптическую когерентную томографию. Оптическую когерентную томографию заднего отрезка глазного яблока выполняли на приборе OCT-2000 3D (Topcon). При обследовании оценивали состояние диска зрительного нерва и макулярной зоны сетчатки: толщину слоя нервных волокон в перипапиллярной зоне (А.Т. RNFL, общий – T, верхний – S, нижний – I сектора), толщину сетчатки в макулярной области.

До операции выявили средний уровень ВГД  $25,5 \pm 5,5$  мм рт. ст. (у пациентов с начальной стадией –  $24,7 \pm 3,7$  мм рт. ст. с развитой стадией –  $26,4 \pm 6,4$  мм рт. ст.). Количество применяемых медикаментов составило в среднем 1,64 (от 1 до 4 действующих веществ).

Максимально скорректированная острота зрения (МКОЗ) составила 0,88 в среднем (от 0,6 до 1,0). Исходная МКОЗ была выше в группе с начальной стадией. У 11 пациентов была артифакция после раннее проведенной факоемульсификации катаракты (не ранее 6 месяцев до мЦФК).

Предоперационные значения проведенных исследований, включая МКОЗ и ВГД, обобщены в **таблице 1**.

Во всех случаях характер течения глаукомы был нестабильным. Состояние диска зрительного нерва (ДЗН) подтверждалось данными оптической когерентной томографии (ОКТ): у пациентов с начальной стадией общая толщина перипапиллярных нервных волокон до операции составила в среднем  $91,8 \pm 17,8$   $\mu\text{m}$  (**таблица 1** и **рисунок 1**). У пациентов с развитой

Таблица 1 / Table 1

**Сравнительные предоперационные данные у пациентов с начальной и развитой стадиями**  
**Comparative preoperative data in patients with initial and advanced stages**

Стадия ПОУГ	N	МКОЗ в среднем	Периметрия MS/MD/sLv в среднем			ОСТ Total/S/I в среднем			ВГД мм рт. ст. в среднем	Кол-во преп. в среднем
I	17	0,92	22,6±4	4,5±1,5	2,8±1,8	91,8±17,8	113,4±35,6	108±41	24,7±3,7	1,4
II	18	0,83	17,7±2,6	9,1±2,8	4,7±2,0	71,8±18,2	81,9±33	89,3±38,7	26,4±6,4	2,1

стадией общая толщина перипапиллярных нервных волокон до операции составила в среднем  $71,8 \pm 18,2 \mu\text{m}$  (таблица 1 и рисунок 2). По данным показателей ОСТ, отмечались признаки глаукомной оптической нейропатии, что расценивалось как риск прогрессирования глаукомного процесса (рисунки 1, 2).

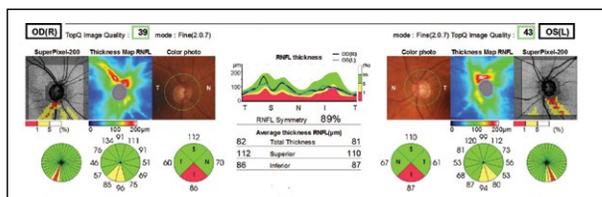
**Методика проведения микроимпульсной циклофотокоагуляции.** Для всех пациентов мЦФК была первичным хирургическим вмешательством. Для выполнения мЦФК использовался прибор SUPRA 810 (Quantel Medical, Франция). Во время процедуры мЦФК применялся модифицированный протокол, при котором параметры лазера составляли: энергия –  $W=2000$  мВт, 31,3 % – экспозиция цикла, суммарное время воздействия на четыре сектора – 200 с (общая энергия составила 125 Дж). Плотность потока энергии  $121,8 \text{ Дж/м}^2$  (получено положительное решение о выдаче патента РФ по заявке №2021137564/14(078976) от 17.12.2021: Способ проведения микроимпульсной транссклеральной циклофотокоагуляции). Указанные параметры находятся в безопасной и эффективной зоне значений лазерной энергии при проведении мЦФК [12].

Операционное поле большого обрабатывали раствором антисептика. После субтеноновой анестезии глазного яблока 2,0 мл анестетика проводилась мЦФК вышеуказанными параметрами в 3 мм от лимба в 4 секторах глазного яблока, исключая зоны 3 и 9 часов.

За двое суток до операции назначались инстилляции антисептика и нестероидного противовоспалительного препарата. После операции продолжали инстилляции до 2 недель. С первого дня операции также применяли глюкокортикостероиды 3 раза в день в течение 2 недель.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

До операции средний уровень ВГД составлял  $25,5 \pm 5,5$  мм рт. ст. В группе пациентов с ранней стадией ВГД в среднем составляло  $24,7 \pm 3,7$  мм рт. ст. У пациентов с развитой стадией –  $26,4 \pm 6,4$  мм рт. ст. Уровень ВГД в момент обследования



**Рисунок 1.** ОСТ пациента с ПОУГ Ib OU до мЦФК. OU признаки ГОН: истончение перипапиллярных волокон в нижнем секторе.

**Figure 1.** OCT of a patient with POAG Ib OU before mCPC. OU signs of GON: thinning of peripapillary fibers in the lower sector.

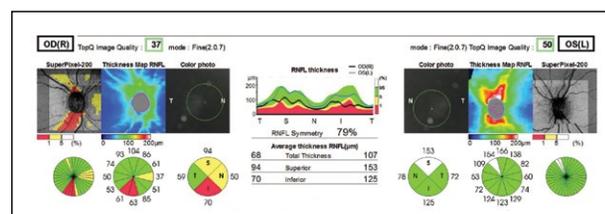
не соответствовал во всех случаях целевому давлению, исходя из состояния ДЗН и анамнеза пациентов.

После проведенного оперативного вмешательства результаты оценивались на следующий день, через 1 неделю, через 1, 3, 6, 12 месяцев.

Для оценки совокупного успеха лазерного лечения после операции использовалась шкала Каплана – Мейера. Основными параметрами успеха являлись: показатели внутриглазного давления между 6 и 21 мм рт. ст. с местным гипотензивным средством или без него; снижение ВГД на 20% и более от базового внутриглазного давления; отсутствие осложнений и отсутствие необходимости в дополнительной хирургии глаукомы, за исключением мЦФК.

После проведения процедуры осложнений выявлено не было. Через 1 месяц после мЦФК уровень ВГД составил в среднем  $15,0 \pm 5,0$  мм рт. ст. в группе с начальной стадией и  $14,2 \pm 6,2$  в группе с развитой стадией. Гипотензивный эффект составил в среднем 36,9% и 44,7 % от исходного ВГД соответственно. Через 3 месяца наблюдения гипотензивный эффект сохранялся и составил в группах в среднем  $15,8 \pm 4,2$  и  $15,5 \pm 4,5$  мм рт. ст. соответственно. Гипотензивный эффект составил 34,8% и 38,3% от исходного значения ВГД. К 6 месяцам у наблюдаемых 22 пациентов уровень ВГД оставался стабильным и составил в среднем  $15,5 \pm 4,5$  мм рт. ст. У 14 пациентов за 12 месяцев наблюдения сохранялся гипотензивный эффект до 31% снижения от исходного ВГД, что составило в среднем  $16,0 \pm 3,5$  мм рт. ст. (рисунок 3).

У всех наблюдаемых пациентов МКОЗ не изменялась за весь период наблюдения. По данным ОКТ общая толщина перипапиллярных нервных волокон через 6 месяцев после операции составила в среднем  $95,9 \pm 20,1 \mu\text{m}$  у пациентов с начальной стадией, у пациентов с развитой стадией –  $72,2 \pm 17 \mu\text{m}$ . Показатели



**Рисунок 2.** ОКТ пациента с ПОУГ IIb OD до мЦФК. OD признаки ГОН: истончение перипапиллярных волокон в верхнем и нижнем (более) секторах. OS параметры толщин нервных волокон в пределах нормы.

**Figure 2.** OCT of a patient with POAG IIb OD before mCPC. OD signs of GON: thinning of peripapillary fibers in the upper and lower (more) sectors. OS parameters of the thickness of the nerve fibers are within the normal range.

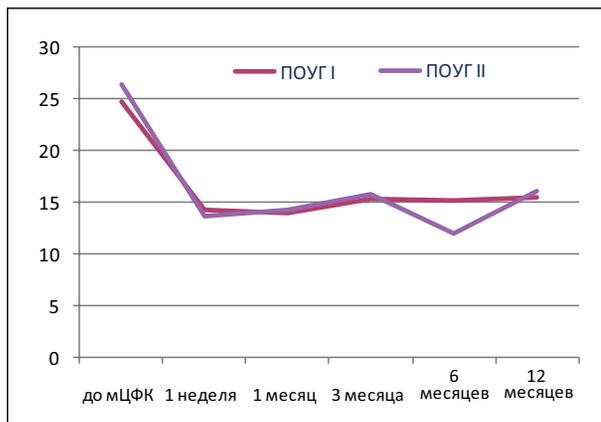


Рисунок 3. Динамика показателей ВГД после мЦФК.

Figure 2. Dynamics of IOP indicators after mCPC.

ОКТ и полей зрения оставались стабильными за весь период наблюдения, что свидетельствовало о замедлении процессов прогрессирования оптической нейропатии (таблица 2).

По полученным данным о состоянии ДЗН (ОКТ и периметрия) можно заключить, что целевое ВГД достигнуто во всех случаях, поскольку при данном ВГД прогрессирования глаукомного процесса не происходило.

Решение об изменении гипотензивного режима принималось через 1 месяц во всех 35 случаях после оперативного вмешательства. В результате получения стойкого снижения ВГД у 6 из 17 пациентов с начальной стадией глаукомы инстилляций медикаментов отменены. Количество применяемых препаратов у остальных пациентов в целом снизилось с 1,64 до 1,2. Все пациенты отметили улучшение качества жизни в связи с отменой инстилляций или же уменьшением количества применяемых препаратов.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Благодаря микроимпульсному режиму при мЦФК, лазерная энергия контролируемо воздействует на ткани глазного яблока, позволяя чередовать повторяющиеся короткие импульсы с периодами «охлаждения», что регулирует уровень температуры и сохраняет структуры цилиарного тела. Таким образом, при микроимпульсной процедуре не происходит повреждения тканей, что определяет минимальное число осложнений и сохранение высоких зрительных функций при использовании.

Таблица 2 / Table 2

Показатели ДЗН до и через 6 месяцев после мЦФК  
ONH parameters before and 6 months after mCPC

Стадия ПОУГ	ОКТ до в среднем			ОКТ после в среднем		
	total	S	I	total	S	I
I	91,8±17,8	113,4±35,6	108±41,0	95,9±20,1	117,9±28,1	113,3±36,0
II	71,8±18,2	81,9±33,0	89,3±38,7	72,2±17,0	83,5±31,5	89,1±37,0

Во время применения лазера возможно варьировать различные параметры при выполнении мЦФК [7, 9]. В каждом случае задача состоит в том, чтобы достичь хорошего гипотензивного эффекта при сохранении безопасности для окружающих тканей.

Согласно данным литературы, общее время лазерного воздействия и плотность потока – это наиболее показательные параметры, отражающие количество энергии, поступающей в глаз во время мЦФК [7, 12]. Плотность потока – это параметр, который учитывает мощность, скорость проходов, экспозицию цикла и показывает лучшую корреляцию с эффективностью по сравнению с общей энергией. При выполнении мЦФК принимались во внимание плотность потока энергии и общее время проведения, поскольку эти параметры включают в себя все переменные, влияющие в конечном счете на эффективность. Плотность потока энергии во всех случаях была 121,8 Дж/м, время прохода на каждый сектор составило 10 с.

Исследования в области применения мЦФК при глаукоме показывают, что количество применяемой лазерной энергии определяет, будет ли достигнут эффект и будет ли он обратимым. F.G. Sanchez и соавт. [12] выявили, что высокий уровень общей энергии влияет на продолжительность гипотензивного эффекта, при этом осложнений при применении ими уровне энергии нет. Наиболее сбалансированный эффект замечен при времени воздействия от 160 до 240 с, что соответствует суммарной энергии в 100–150 Дж. S. Sarrafroug и соавт. наблюдали за пациентами после мЦФК более года и также выявили зависимость гипотензивного эффекта от силы воздействия лазера при процедуре [13].

V.N.V. Varikuti и соавт. наблюдали в своем исследовании пациентов с различными видами глаукомы и высокой МКОЗ (до 1,0), всего был прооперирован 61 глаз [15]. У 75% пациентов исследователи отметили, что данная операция применялась в качестве первичной процедуры. Авторами указывается, что высокая острота зрения была неизменной до и после операции. Гипотензивный эффект через 12 месяцев наблюдения составил от 26,5 до 59,9% по сравнению с исходным уровнем ВГД.

A.T. Nguyen и соавт. проводили исследование пациентов с различными формами глаукомы [11]. Снижение ВГД получили на 20% от исходного, успешное лечение было в 77% случаев. Авторы указывают, что, учитывая отсутствие послеоперационных осложнений, данная процедура может быть использована в качестве первичного метода лечения.

A. Al Habash и соавт. [16] в своем исследовании провели мЦФК у 68 пациентов на 71 глазу с высокими показателями МКОЗ (до 1,0). В свое исследование авторы включили пациентов с различными формами глаукомы. Авторы сообщают, что мЦФК демонстрирует хороший уровень эффективности (снижение в среднем на 52%) и безопасности

с минимальными осложнениями. Осложнений, влияющих на остроту зрения, выявлено не было.

L. Magacho с соавт. [17] в своем исследовании описывают «двойную процедуру» мЦФК у пациентов с высокими показателями ОЗ и сравнивают с обычной мЦФК. В своем исследовании авторы получили выраженный гипотензивный эффект в обеих группах (41,2% и 54,7% соответственно). В обеих группах пациентов мЦФК проводилась в качестве первичной процедуры. Исследование демонстрирует высокую эффективность и безопасность у пациентов.

Анализ наших собственных результатов показал, что после мЦФК отсутствовали осложнения, функциональные результаты были стабильны: МКОЗ у пациентов за весь период наблюдения оставалась на дооперационном уровне. Параметры диска зрительного нерва и сетчатки, по данным ОКТ и периметрии, остались в тех же значениях или улучшились. Гипотензивный эффект мЦФК составил через 12 месяцев в среднем 31% от исходного. Кроме того, выраженный и стойкий гипотензивный эффект позволил снизить количество применяемых гипотензивных препаратов, а у 6 из 17 пациентов с начальной глаукомой отменить их.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Микроимпульсная ЦФК показала высокую эффективность (в среднем 31% от исходного в течение года) в снижении внутриглазного давления у пациентов с ранними стадиями глаукомы. Выраженный гипотензивный эффект через месяц после операции позволил у части пациентов полностью отменить применение препаратов либо уменьшить количество применяемых препаратов, что улучшило качество жизни пациентов. Применение мЦФК у пациентов с высокой остротой зрения демонстрирует хороший профиль безопасности, что выражалось в ареактивном послеоперационном периоде. Для выработки практических рекомендаций по показаниям и режимам необходимо дальнейшее наблюдение за пациентами после мЦФК.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Alexeev VN, Egorov EA, Malevannaya OA, et al. Analysis of the main causes of a progression of the primary open-angle glaucoma. *Russian Journal of Clinical Ophthalmology*. 2014;4:218-223. (In Russ.). [Алексеев В.Н., Егоров Е.А., Малеванная О.А., и др. Анализ основных причин прогрессирования первичной открытоугольной глаукомы. *РМЖ. Клиническая офтальмология*. 2014;4:218-223].
- Glaucoma. National leadership*. Ed. E.A. Egorov. M., 2013. (In Russ.). [Глаукома. Национальное руководство. Под ред. Е.А. Егорова. М., 2013].
- Boland MV, Chang DS, Frazier T, et al. Electronic monitoring to assess adherence with once-daily glaucomamedications and risk factors for nonadherence: the automated dosing reminder study. *JAMA Ophthalmol*. 2014;132(7):838-844. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2014.856
- Dietlein TS, Rosentreter A, Lappas A. Complexities of medical glaucoma therapy – the elderly patient in focus. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2016;233(2):138-142.
- Friedman DS, Quigley HA, Gelb L, et al. Using pharmacy claims data to study adherence to glaucoma medications: methodology and findings of the Glaucoma Adherence and Persistency Study (GAPS). *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2007;48(11):5052-5057.
- Emanuel ME, Grover DS, Fellman RL, et al. Micropulse cyclophotocoagulation: initial results in refractory glaucoma. *J Glaucoma*. 2017;26:726-729. doi: 10.1097/IJG.0000000000000715
- Grippio MT, Sanchez GF, Stauffer J, Marcellino G. MicroPulse® Transscleral Laser Therapy – Fluence May Explain Variability in Clinical Outcomes: A Literature Review and Analysis. *Clinical ophthalmology (Auckland, N.Z.)*. 2021;15:2411-419. doi: 10.2147/OPHTH.S313875
- Kuchar S, Moster MR, Reamer CB, et al. Treatment outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in advanced glaucoma. *Lasers Med Sci*. 2016;31:393-396.
- Latina M, Lachkar Y. Ranking Laser in Glaucoma Treatment. Jan/Feb 2021. Insert to glaucoma today. January/February 2021 Insert - Glaucoma Today
- Maslin JS, Chen PP, Sinard J, et al. Histopathologic changes in cadaver eyes after MicroPulse and continuous wave transscleral cyclophotocoagulation. *Canadian Journal of Ophthalmology*. 2020;55(4):330-335. doi: 10.1016/j.cjjo.2020.03.010
- Nguyen AT, Maslin JS, Noecker JR. Early results of micropulse trans-scleral cyclophotocoagulation for the treatment of glaucoma. *European Journal of Ophthalmology*. 2020;30(4):700-705. doi: 10.1177/1120672119839303
- Sanchez FG, Lerner F, Sampaolesi J, et al. Efficacy and Safety of Micropulse(R) Transscleral Cyclophotocoagulation in Glaucoma. *Arch Soc Esp Oftalmol*. 2018;93(12):573-579. doi: 10.1016/j.oftal.2018.08.003
- Sarrafpour S, Saleh D, Ayoub S, Radcliffe NM. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation: A look at long-term effectiveness and outcomes. *Ophthalmology Glaucoma*. 2019;2(3):167-71. doi: 10.1016/j.ogla.2019.02.002
- Tan AM, Chockalingam M, Aquino MC, et al. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation in the treatment of refractory glaucoma. *Clin Experiment Ophthalmol*. 2010;38(3):266-272. doi: 10.1111/j.1442-9071.2010.02238
- Varikuti VNV, Shan P, Rai O, et al. Outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in eyes with good central vision. *J Glaucoma*. 2019;28:901-905. doi: 10.1097/IJG.0000000000001339
- Al Habash A, Al Ahmadi AS. Outcome of MicroPulse(®) transscleral photocoagulation in different types of glaucoma. *Clinical Ophthalmology (Auckland, N.Z.)*. 2019;(13):2353-2360. doi: 10.2147/oph.s226554
- Magacho L, Lima FE, Avila MP. Double-session micropulse transscleral laser (cyclo G6) as a primary surgical procedure for glaucoma. *J Glaucoma*. 2019. doi: 10.1097/ijg.0000000000001426

### ■ Автор для переписки

Ракова Анна Владимировна  
Адрес: Клиническая больница, ул. Лосиноостровская, 45,  
г. Москва, Россия, 107143.

### ■ Corresponding Author

Anna V. Rakova  
Address: Clinical Hospital, 45 Losinoostrovskaya st.,  
Moscow, Russia, 107143.

E-mail: ranetka2004@inbox.ru