

УДК 617.713-089.844

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОИМПУЛЬСНОЙ ЦИКЛОФОТОКОАГУЛЯЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С ПЕРВИЧНОЙ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМОЙ: РАННИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В.Н. Германова^{1,2}, А.В. Сорокин², А.В. Золотарев^{1,2}, Е.В. Карлова^{1,2}, В.М. Малов¹, М.В. Радайкина^{1,2}, О.В. Жукова^{1,2}

¹ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России (Самара, Россия)

²ГБУЗ «СОКОБ имени Т.И. Ерошевского» (Самара, Россия)

Для цитирования: Германова В.Н., Сорокин А.В., Золотарев А.В., Карлова Е.В., Малов В.М., Радайкина М.В., Жукова О.В. **Применение микроимпульсной циклофотокоагуляции у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой: ранние результаты.** *Аспирантский вестник Поволжья.* 2023;23(4):27-31. doi: 10.55531/2072-2354.2023.23.4.27-31

■ Сведения об авторах

Германова В.Н. – канд. мед. наук, доцент кафедры глазных болезней ИПО; врач-офтальмолог офтальмологического микрохирургического отделения №3. ORCID: 0000-0002-0497-9813 E-mail: vngermanova@gmail.com

Сорокин А.В. – врач-офтальмолог офтальмологического микрохирургического отделения №3. ORCID: 0009-0009-5659-8500 E-mail: andreystickyl4@gmail.com

Золотарев А.В. – д-р мед. наук, доцент кафедры глазных болезней ИПО, главный врач, заведующий кафедрой глазных болезней ИПО. ORCID: 0000-0002-9107-5221 E-mail: a.v.zolotarev@samsmu.ru

Карлова Е.В. – д-р мед. наук, доцент кафедры глазных болезней ИПО, заместитель главного врача по инновационно-технологическому развитию. ORCID: 0000-0003-4929-8832 E-mail: karlova@inbox.ru

Малов В.М. – д-р мед. наук, профессор кафедры глазных болезней ИПО. ORCID: 0000-0001-7366-7955 E-mail: v.m.malov@samsmu.ru

Радайкина М.В. – аспирант кафедры глазных болезней ИПО; заведующая глаукомным отделением. ORCID: 0000-0002-3644-6296 E-mail: masha1310@yandex.ru

Жукова О.В. – д-р мед. наук, доцент кафедры глазных болезней ИПО. ORCID: 0000-0003-1246-370X E-mail: olga-g@list.ru

Рукопись получена: 09.09.2023

Рецензия получена: 19.10.2023

Решение о публикации: 23.10.2023

■ Аннотация

Цель – оценить эффективность и безопасность применения мЦФК у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ).

Материал и методы. Исследование было проведено с участием 21 пациента с ПОУГ с некомпенсированным внутриглазным давлением (ВГД) на фоне медикаментозного лечения. Всем пациентам была выполнена мЦФК на аппарате IRIDEX Cyclo G6. Срок наблюдения составил 1 месяц. В течение этого времени оценивали остроту зрения, динамику ВГД, наличие осложнений, а также количество применяемых гипотензивных препаратов. Статистический анализ был выполнен с помощью программного обеспечения STATISTICA 12.0.

Результаты. Среди пациентов со II и III стадиями глаукомы процент снижения ВГД от исходных значений составил 46,7 (3,3; 64,3) % к концу периода наблюдения. Давление цели было достигнуто у 30,7% пациентов. У 75% пациентов, достигших целевых значений ВГД, количество применяемых гипотензивных капель было снижено на 1 компонент. У всех пациентов с IV стадией глаукомы был купирован болевой синдром, а ВГД снизилось на 35,5 (8,4; 41,1) %. Ни в одном случае не было зарегистрировано интра- или послеоперационных осложнений.

Заключение. мЦФК может быть рассмотрена как относительно безопасный вспомогательный метод достижения давления цели в дополнение к применяемой медикаментозной терапии у пациентов с развитой и далекозашедшей стадиями первичной открытоугольной глаукомы, а также как способ купирования болевого синдрома у пациентов с терминальной стадией заболевания.

■ **Ключевые слова:** микроимпульсная транссклеральная циклофотокоагуляция, глаукома, циклодеструктивные вмешательства, лазерные методы лечения глаукомы, внутриглазное давление.

■ **Конфликт интересов:** не заявлен.

■ Список сокращений

ВГД – внутриглазное давление; мЦФК – микроимпульсная транссклеральная циклофотокоагуляция; ВГЖ – внутриглазная жидкость.

MICROPULSE CYCLOPHOTOCOAGULATION IN PATIENTS WITH PRIMARY OPEN-ANGLE GLAUCOMA: EARLY RESULTS

Viktoriya N. Germanova^{1,2}, Andrei V. Sorokin², Andrei V. Zolotarev^{1,2}, Elena V. Karlova^{1,2}, Vladimir M. Malov¹, Mariya V. Radaykina^{1,2}, Olga V. Zhukova^{1,2}

¹Samara State Medical University (Samara, Russia)

²Samara Regional Clinical Ophthalmological Hospital named after T.I. Eroshevsky (Samara, Russia)

Citation: Germanova VN, Sorokin AV, Zolotarev AV, Karlova EV, Malov VM, Radaykina MV, Zhukova OV. **Micropulse cyclopho-coagulation in patients with primary open-angle glaucoma: early results.** *Aspirantskiy vestnik Povolzhiya.* 2023;23(4):27-31. doi: 10.55531/2072-2354.2023.23.4.27-31

Information about authors

Viktoriya N. Germanova – PhD, Associate professor, Department of Eye Diseases of the Institute of Postgraduate Education, ophthalmologist of Ophthalmic Microsurgery Department No. 3. ORCID: 0000-0002-0497-9813 E-mail: vngermanova@gmail.com
Andrei V. Sorokin – ophthalmologist of Ophthalmic Microsurgery Department No. 3. ORCID: 0009-0009-5659-8500
 E-mail: andreysticky14@gmail.com

Andrei V. Zolotarev – PhD, Associate professor, Head of the Department of Eye Diseases of the Institute of Postgraduate Education, Chief Physician. ORCID: 0000-0002-9107-5221 E-mail: a.v.zolotarev@samsmu.ru

Elena V. Karlova – PhD, Associate professor, Department of Eye Diseases of the Institute of Postgraduate Education, Deputy Chief Physician for innovation and technology development. ORCID: 0000-0003-4929-8832 E-mail: karlova@inbox.ru

Vladimir M. Malov – PhD, Professor, Department of Eye Diseases of the Institute of Postgraduate Education. ORCID: 0000-0001-7366-7955
 E-mail: v.m.malov@samsmu.ru

Mariya V. Radaykina – a postgraduate student of the Department of Eye Diseases of the Institute of Postgraduate Education; Head of the Ophthalmic Microsurgery Department No. 3. ORCID: 0000-0002-3644-6296 E-mail: masha1310@yandex.ru

Olga V. Zhukova – PhD, Professor, Department of Eye Diseases of the Institute of Postgraduate Education. ORCID: 0000-0003-1246-370X
 E-mail: olga-g@list.ru

Received: 09.09.2023

Revision Received: 19.10.2023

Accepted: 23.10.2023

Abstract

Aim – to evaluate the efficacy and safety of micropulse transscleral cyclophotocoagulation (MP-TSCPC) procedure in patients with primary open-angle glaucoma (POAG).

Material and methods. The study was conducted in 21 patients with POAG and uncompensated intraocular pressure (IOP) using pharmacotherapy. All patients underwent MP-TSCPC procedure with IRIDEX Cyclo G6 device. The follow-up period lasted for 1 month. During this time, the visual acuity, IOP dynamics, complications, as well as the number of hypotensive drugs used were evaluated. Statistical analysis was performed using STATISTICA 12.0 software.

Results. Among patients with moderate and advanced glaucoma, the IOP reduced by 46.7 (3.3; 64.3) % from baseline values by the end of the follow-up period. The target IOP was achieved in 30.7% of patients. In 75% of patients who achieved target IOP, the number of hypotensive drops used was reduced by 1 component. In all patients with terminal stage glaucoma, pain was relieved, and IOP was reduced by 35.5 (8.4; 41.1) %. No intra- or postoperative complications were reported in any case.

Conclusion. MP-TSCPC can be considered as a relatively safe adjunctive method to achieve target IOP in addition to medical treatment in patients with moderate and advanced glaucoma, as well as appropriate method to control pain in patients with the terminal stage of the disease.

Keywords: micropulse transscleral cyclophotocoagulation, glaucoma, cyclodestructive interventions, laser methods of glaucoma treatment, intraocular pressure.

Conflict of interest: *nothing to disclose.*

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день основным направлением в лечении пациентов, страдающих глаукомой, является снижение и стабилизация внутриглазного давления (ВГД), являющегося ключевым модифицируемым фактором риска развития и прогрессирования заболевания. Снижения ВГД достигают медикаментозными, лазерными и хирургическими методами [1–3].

Лазерное лечение может применяться как изолированно, так и в комбинации с медикаментозным и хирургическим. Лазерное излучение, применяемое в лечении открытоугольной глаукомы, изменяет структуру тканей для снижения ВГД либо посредством увеличения оттока внутриглазной жидкости (ВГЖ) (аргон-лазерная трабекулопластика, селективная лазерная трабекулопластика), либо за счет уменьшения ее продукции (циклофотокоагуляция – транссклеральная либо эндоскопическая) [3].

Циклодеструктивные вмешательства стали применять для лечения рефрактерной глаукомы, устойчивой к медикаментозному и хирургическому лечению, еще с 1930-х годов [4, 5]. Механизм циклофотокоагуляции заключается в лазерном воздействии на отростки цилиарного тела, осуществляющие продукцию и секрецию ВГЖ. При этом происходит коагуляционный некроз тканей цилиарного тела, что сопровождается снижением объема продукции ВГЖ. Тем не менее гистологические исследования зоны вмешательства выявили деструкцию не только отростков цилиарного тела,

но и других прилегающих тканей (склеры, плоской части цилиарного тела, корня радужной оболочки) [4–7]. Лазерная транссклеральная циклофотокоагуляция эффективна в отношении снижения ВГД и технически проста в применении. Однако из-за широкого спектра осложнений, сопровождающих данную процедуру, включающих боль, гифему, снижение остроты зрения, гипотонию и субатрофию глазного яблока, циклофотокоагуляцию до недавнего времени широко применяли лишь при лечении пациентов с терминальной болящей глаукомой для купирования болевого синдрома, а также при лечении пациентов с рефрактерной глаукомой при условии неудовлетворительного прогноза в отношении зрительных функций [5, 6].

В настоящее время все большее распространение получает усовершенствованная технология циклодеструктивного лазерного вмешательства – микроимпульсная транссклеральная диодлазерная циклофотокоагуляция (мЦФК). При данном режиме работы лазерная энергия подается в виде коротких импульсов (“on-time”), чередующихся с интервалами «отдыха» (“off-time”). Во время подачи короткого импульса происходит нагревание и ограниченный коагуляционный некроз пигментированных тканей цилиарного тела, а во время интервалов между импульсами ткани охлаждаются, что предотвращает излишнюю деструкцию. В данном режиме работы лазера ткани, не содержащие меланин, в частности беспигментный эпителий отростков цилиарного тела, не подвергаются некрозу, что снижает риск

стойкой послеоперационной гипотонии, снижения остроты зрения и развития субатрофии глазного яблока [4–9].

В исследованиях, посвященных сравнительной оценке эффективности и безопасности непрерывно-волновой ЦФК и мЦФК выявлена достоверно меньшая распространенность послеоперационных осложнений при применении мЦФК при отсутствии различий в гипотензивной эффективности вмешательств [10, 11].

Более высокий профиль безопасности выполнения мЦФК позволил расширить спектр показаний для ее проведения и выполнять у пациентов с высокими зрительными функциями [12–15].

ЦЕЛЬ

Оценить эффективность и безопасность применения микроимпульсной циклофотокоагуляции у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие пациенты с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ), направленные на гипотензивное лечение в условиях круглосуточного стационара СОКОБ им. Т.И. Ерошевского (n=21), подписавшие добровольное информированное согласие на проведение мЦФК. Распределение пациентов по стадиям выглядело следующим образом: II стадия – 3 человека, III – 14 человек, IV – 4 человека.

Всем пациентам было выполнено стандартное офтальмологическое обследование, включавшее в себя визиометрию, бесконтактную тонометрию (роговично-компенсирующую), биомикроскопию, биомикроофтальмоскопию.

После соответствующей медикаментозной подготовки всем пациентам была выполнена мЦФК на аппарате IRIDEX Cyclo G6 (Iridex, США). Анестезиологическое пособие включало ретробульбарную анестезию раствором лидокаина 2%. Лазерное вмешательство выполняли последовательно в 4 квадрантах глазного яблока с параметрами лазерного излучения, рекомендуемыми производителем. Суммарная экспозиция составила 160 секунд (по 40 секунд на каждые 90 градусов) при мощности 2500 мВт.

В послеоперационном периоде пациенты получали местное противовоспалительное лечение глюкокортикостероидами. Все пациенты были выписаны из стационара на следующий день после вмешательства. Контрольные осмотры были проведены на 1, 3, 7 дни после операции и через 1 месяц.

Статистический анализ был выполнен с помощью программного обеспечения STATISTICA 12.0. Поскольку выборка была небольшой и имела распределение, отличное от нормального, при выполнении анализа были применены непараметрические критерии (критерий Фридмана). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$. В тексте данные представлены в виде значений медианы и квартилей (Me (Q1; Q3)).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Общая характеристика пациентов, принявших участие в исследовании, представлена в таблице 1.

Таблица 1 / Table 1

Клиническая характеристика пациентов Clinical characteristics of patients

Возраст, лет	69 (62; 74)	
Стаж глаукомы, лет	5,0 (3,0; 7,0)	
Стадия глаукомы	II	3
	III	14
	IV	4
Исходное ВГД	35,0 (33,0; 43,0)	
Количество применяемых гипотензивных препаратов до вмешательства, шт.	3,0 (3,0; 4,0)	

У большинства пациентов наблюдали снижение ВГД в сравнении с исходными значениями уже на следующий день после вмешательства (рисунки 1, 2), когда средние значения ВГД составили 19,0 (15,0; 30,0) мм рт. ст., а разница с исходным ВГД составила 17,0 (8,0; 27,0) мм рт. ст. ($p = 0,0002$). Через неделю уровень ВГД у исследуемых пациентов был равен 18,0 (15,0; 28,0) мм рт. ст., что меньше исходного ВГД на 18,0 (10,0; 26,0) мм рт. ст. ($p = 0,0001$). Через месяц наблюдали снижение гипотензивного эффекта у некоторых пациентов, и уровень ВГД составил 29,0 (16,0; 40,0) мм рт. ст., но тем не менее был достоверно ниже исходных значений на 18,0 (8,0; 33,0) мм рт. ст. ($p = 0,0052$).

У пациентов со II и III стадиями глаукомы значения ВГД через 1 месяц после проведения мЦФК составили 20,0 (15,0; 34,0) мм рт. ст. Давление цели было достигнуто у 30,7% пациентов. При этом процент снижения ВГД от исходных значений у данных пациентов составил 46,7 (3,3; 64,3) %. Также у пациентов со II и III стадиями глаукомы наблюдали достоверное снижение количества применяемых капель через 1 месяц после операции ($p = 0,04$). Так, у 75% пациентов, достигших целевых значений ВГД, количество применяемых гипотензивных капель было снижено на 1 компонент.

У всех пациентов с IV стадией был купирован болевой синдром, а ВГД снизилось на 35,5 (8,4; 41,1) % от исходных значений без снижения количества применяемых гипотензивных капель.

Ни у одного из исследуемых пациентов не было выявлено осложнений мЦФК ни во время вмешательства,

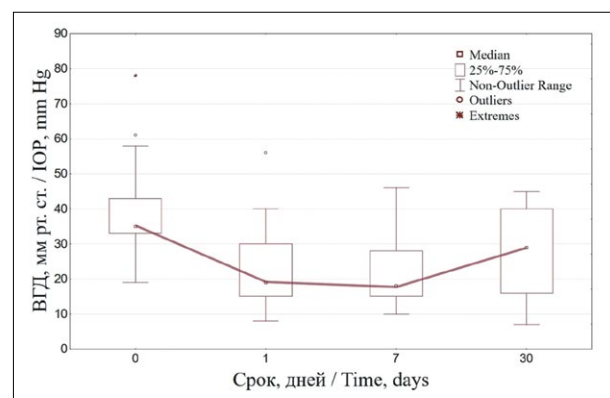


Рисунок 1. Значения ВГД в течение периода наблюдения.

Figure 1. IOP levels during the follow-up period.

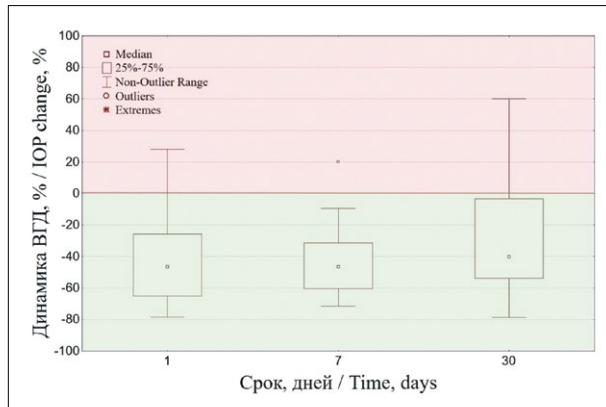


Рисунок 2. Гипотензивный эффект мЦФК (изменение ВГД в % от исходного уровня).

Figure 2. Hypotensive effect of MP-TSCPC (IOP compared to baseline level, %).

ни в течение периода наблюдения. Максимально корригируемая острота зрения не подвергалась изменениям в течение периода наблюдения.

Пациенты со II и III стадиями глаукомы, у которых не было достигнуто давление цели, были направлены на хирургическое гипотензивное вмешательство. За остальными пациентами продолжается наблюдение с контролем ВГД 1 раз в 2 недели.

ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, в настоящем исследовании было доказано наличие гипотензивного эффекта мЦФК в ранние сроки после вмешательства – на 46,7 (3,3; 64,3) % у пациентов со II-III стадиями глаукомы и на 35,5 (8,4; 41,1) % у пациентов с терминальной глаукомой, что соответствует данным литературы, согласно которым применение мЦФК позволяет достичь снижения ВГД на 27,3–59,9% [6].

Также в проведенном нами исследовании была подтверждена возможность уменьшения количества применяемых гипотензивных препаратов на 1 компонент у 75% пациентов, что соответствует ранее опубликованным данным, согласно которым количество применяемых препаратов уменьшалось на 0,5–1,6 единиц после проведения мЦФК [6].

В рамках нашего исследования не наблюдали осложнений мЦФК ни во время, ни после вмешательства, как и в ряде ранее опубликованных работ [16–21]. Тем не менее в некоторых исследованиях отмечали явления воспаления в передней камере в 4–65% случаев [22–25], снижение остроты зрения (4–17%) [11, 22, 25, 26], гипотонию (5,3–18,0%) [22, 27, 28], гифему (11–17,5%) [23, 28], отек роговицы (2,5–5,3 %) [22, 27], макулярный отек (2,0–5,0%) [22, 29]. В одном исследовании развилась субатрофия глазного яблока у 2 пациентов (2,5%) [22]. Однако следует отметить, что большее количество осложнений наблюдали в исследованиях с более длительным воздействием на цилиарное тело (150–160 с на каждую полусферу [22, 23] против 80 с в нашем исследовании и 50–90 с в работах, в которых не наблюдали осложнений мЦФК [16–21]), что указывает на целесообразность более короткой экспозиции для увеличения профиля безопасности вмешательства.

У пациентов с IV стадией глаукомы мЦФК в нашем исследовании позволила купировать болевой синдром у всех пациентов, что и являлось целью вмешательства в данном случае.

При отборе пациентов для проведения мЦФК следует учитывать исходные значения ВГД. Исходя из полученных нами данных, при дооперационных значениях ВГД, превышающих давление цели более чем на 46,7%, применение мЦФК, вероятно, не позволит полностью достичь давления цели у пациентов со II-III стадиями глаукомы. У пациентов с менее значительным превышением исходного ВГД применение мЦФК может быть рассмотрено как менее инвазивный в сравнении с хирургией глаукомы метод достижения давления цели в дополнение к медикаментозному лечению.

Следует отметить, что представленные нами результаты были получены при исследовании небольшой выборки (21 пациент, из которых 17 со II и III стадиями глаукомы) в течение 1 месяца и требуют проведения дальнейшего исследования и расширения выборки. Однако уже на данном, раннем, этапе исследования нами были получены данные о необходимых критериях отбора пациентов для проведения мЦФК, в частности об исходном уровне ВГД и стадиях глаукомы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные в ходе настоящего исследования результаты свидетельствуют о том, что при отборе пациентов для проведения мЦФК следует учитывать стадию глаукомы, исходные значения ВГД и цель вмешательства. Так, у пациентов со II и III стадиями глаукомы возможно достижение давления цели с помощью мЦФК при исходном ВГД, не превышающем целевое более чем на 46,7%. У пациентов с IV стадией глаукомы мЦФК позволяет купировать болевой синдром и снизить ВГД на 35,5%. С целью минимизации риска развития осложнений при применении мЦФК целесообразно ограничение времени воздействия лазерного излучения на цилиарное тело до 80 с на каждую полусферу глазного яблока.

Таким образом, микроимпульсная циклофотокоагуляция может быть рассмотрена как относительно безопасный вспомогательный метод достижения давления цели в дополнение к применяемой медикаментозной терапии у пациентов с развитой и далекозашедшей стадиями первичной открытоугольной глаукомы, а также как способ купирования болевого синдрома у пациентов с терминальной стадией заболевания.

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

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Kuroyedov AV, Brezhnev AYU, Lovpache JN, et al. The feasibility of adopting ("stepwise") initial approaches in treatment of patients with different stages of glaucoma. *National Journal glaucoma*. 2018;17(4):27-54. (In Russ.). [Куроедов А.В., Брежнев А.Ю., Ловпаче Дж.Н., и др. Целесообразность применения дифференцированных («ступенчатых») стартовых подходов к лечению больных с разными стадиями глаукомы. *Национальный журнал Глаукома*. 2018;17(4):27-54]. doi: 10.25700/NJG.2018.04.03
2. Egorov EA, Petrov SYU, Gorodnichy VV, et al. Tonometric intraocular pressure in adult population: a population study. *National Journal glaucoma*. 2020;19(2):39-50. (In Russ.). [Егоров Е.А., Петров С.Ю.,

- Городничий В.В., и др. Тонометрическое внутриглазное давление у взрослого населения: популяционное исследование. *Национальный журнал Глаукома*. 2020;19(2):39-50]. doi: [10.25700/NJG.2020.02.05](https://doi.org/10.25700/NJG.2020.02.05)
3. Ma A, Yu SWY, Wong JKW. Micropulse laser for the treatment of glaucoma: A literature review. *Surv Ophthalmol*. 2019;64(4):486-497. doi: [10.1016/j.survophthal.2019.01.001](https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2019.01.001)
 4. Ndulue JK, Rahmatnejad K, Sanvicente C, et al. Evolution of Cyclophotocoagulation. *J Ophthalmic Vis Res*. 2018;13(1):55-61. doi: [10.4103/jovr.jovr_190_17](https://doi.org/10.4103/jovr.jovr_190_17)
 5. Sokolovskaya TV, Tikhonova MI. Cyclodestructive interventions in refractory glaucoma treatment: history, reality, perspectives. *Ophthalmology Reports*. 2019;12(3):45-58. (In Russ.). [Соколовская Т.В., Тихонова М.И. Циклодеструктивные вмешательства при лечении глаукомы: история, реальность, перспективы. *Офтальмологические ведомости*. 2019;12(3):45-58]. doi: [10.17816/OV11132](https://doi.org/10.17816/OV11132)
 6. Khodzhaev NS, Sidorova AV, Starostina AV, Eliseeva MA. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation for the treatment of glaucoma. *Russian Ophthalmological Journal*. 2020;13(2):105-111. (In Russ.). [Ходжаев Н.С., Сидорова А.В., Старостина А.В., Елисеева М.А. Микроимпульсная транссклеральная циклофотокоагуляция в лечении глаукомы. *Российский офтальмологический журнал*. 2020;13(2):105-111]. doi: [10.21516/2072-0076-2020-13-2-105-111](https://doi.org/10.21516/2072-0076-2020-13-2-105-111)
 7. Allbon D, Meyer JJ. Cyclodiode Laser Glaucoma Therapy. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; October 3, 2022.
 8. Al Habash A, Al Ahmadi AS. Outcome of MicroPulse® Transscleral Photocoagulation In Different Types Of Glaucoma. *Clin Ophthalmol*. 2019;13:2353-2360. doi: [10.2147/OPTH.S226554](https://doi.org/10.2147/OPTH.S226554)
 9. Kaba Q, Somani S, Tam E, Yuen D. The Effectiveness and Safety of Micropulse Cyclophotocoagulation in the Treatment of Ocular Hypertension and Glaucoma. *Ophthalmology Glaucoma*. 2020;3(3):181-189. doi: [10.1016/j.ogla.2020.02.005](https://doi.org/10.1016/j.ogla.2020.02.005)
 10. Eliseeva MA, Khodzhaev NS, Sidorova AV, Starostina AV. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation in combined surgical treatment of refractory glaucoma. *Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii*. 2019;4:95-98. (In Russ.). [Елисеева М.А., Ходжаев Н.С., Сидорова А.В., Старостина А.В. Микроимпульсная транссклеральная циклофотокоагуляция в комбинированном хирургическом лечении рефрактерной глаукомы: предварительные результаты. *Современные технологии в офтальмологии*. 2019;4:95-98]. doi: [10.25276/2312-4911-2019-4-95-98](https://doi.org/10.25276/2312-4911-2019-4-95-98)
 11. Aquino MC, Barton K, Tan AM, et al. Micropulse versus continuous wave trans-scleral diode cyclophotocoagulation in refractory glaucoma: a randomized exploratory study. *Clin Exp Ophthalmol*. 2015;43(1):40-46. doi: [10.1111/ceo.12360](https://doi.org/10.1111/ceo.12360)
 12. Preda MA, Karancsi OL, Munteanu M, Stanca HT. Clinical outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in refractory glaucoma-18 months follow-up. *Lasers Med Sci*. 2020;35(7):1487-1491. doi: [10.1007/s10103-019-02934-x](https://doi.org/10.1007/s10103-019-02934-x)
 13. Ioshin IE, Tolchinskaya AI, Maksimov IV, Rakova AV. Repeated micropulse cyclophotocoagulation in the treatment of refractory glaucoma. A clinical experience. *Russian Ophthalmological Journal*. 2022;15(3):18-25. (In Russ.). [Иошин И.Э., Толчинская А.И., Максимов И.В., Ракова А.В. Микроимпульсная циклофотокоагуляция при лечении рефрактерной глаукомы. Опыт повторной процедуры. *Российский офтальмологический журнал*. 2022;15(3):18-25]. doi: [10.21516/2072-0076-2022-15-3-18-25](https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-3-18-25)
 14. Ioshin IE, Tolchinskaya AI, Rakova AV, Maksimov IV. Results of micropulse cyclophotocoagulation in patients with early stages of primary open-angle glaucoma. *National Journal glaucoma*. 2022;21(4):22-28. (In Russ.). [Иошин И.Э., Толчинская А.И., Ракова А.В., Максимов И.В. Результаты микроимпульсной циклофотокоагуляции у пациентов с ранними стадиями первичной открытоугольной глаукомы. *Национальный журнал Глаукома*. 2022;21(4):22-28]. doi: [10.53432/2078-4104-2022-21-4-22-28](https://doi.org/10.53432/2078-4104-2022-21-4-22-28)
 15. Egorov VV, Postupaev AV, Postupaeva NV. Micropulse cyclophotocoagulation – a new approach to the surgical treatment of glaucoma. *Zdravookhranenie Dal'nego Vostoka*. 2021;90(4):43-47. (In Russ.). [Егоров В.В., Поступаев А.В., Поступаева Н.В. Микроимпульсная циклофотокоагуляция – новый подход к хирургическому лечению глаукомы. *Здравоохранение Дальнего Востока*. 2021;90(4):43-47]. doi: [10.33454/1728-1261-2021-4-43-47](https://doi.org/10.33454/1728-1261-2021-4-43-47)
 16. Egorov VV, Postupaev AV, Postupaeva NV. The results of using micropulse cyclophotocoagulation for the treatment of patients with primary open-angle glaucoma. *Russian Journal of Clinical Ophthalmology*. 2022;22(4):204-209. (In Russ.). [Егоров В.В., Поступаев А.В., Поступаева Н.В. Результаты применения микроимпульсной циклофотокоагуляции в лечении пациентов с первичной открытоугольной глаукомой. *Клиническая офтальмология*. 2022;22(4):204-209]. doi: [10.32364/2311-7729-2022-22-4-204-209](https://doi.org/10.32364/2311-7729-2022-22-4-204-209)
 17. Noecker RJ. The benefits of micropulse TSCPC for early-stage glaucoma. *Ophthalmol Times Eur*. 2017:30-32.
 18. Gavris MM, Olteanu I, Kantor E, et al. IRIDEX MicroPulse P3: innovative cyclophotocoagulation. *Rom J Ophthalmol*. 2017;61(2):107-11. doi: [10.22336/rjo.2017.20](https://doi.org/10.22336/rjo.2017.20)
 19. Sanchez FG, Lerner F, Sampaolesi J, et al. Efficacy and safety of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in glaucoma. *Arch Soc Esp Ophthalmol*. 2018;93(12):573-9. doi: [10.1016/j.oftale.2018.08.006](https://doi.org/10.1016/j.oftale.2018.08.006)
 20. Sarrafpour S, Saleh D, Ayoub S, Radcliffe NM. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation: A look at long-term effectiveness and outcomes. *Ophthalmology Glaucoma*. 2019;2 (Issue 3 May-June):167-71. doi: [10.1016/j.ogla.2019.02.002](https://doi.org/10.1016/j.ogla.2019.02.002)
 21. Nguyen AT, Maslin JS, Noecker JR. Early results of micropulse trans-scleral cyclophotocoagulation for the treatment of glaucoma. *Eur J Ophthalmol*. 2019;303. doi: [10.1177/1120672119839303](https://doi.org/10.1177/1120672119839303)
 22. Williams AL, Moster MR, Rahmatnejad K, et al. Clinical efficacy and safety profile of micropulse trans-scleral cyclophotocoagulation in refractory glaucoma. *J Glaucoma*. 2018;27(5):445-449. doi: [10.1097/IJG.0000000000000934](https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000934)
 23. Emanuel ME, Grover DS, Fellman RL, et al. Micropulse cyclophotocoagulation: initial results in refractory glaucoma. *J Glaucoma*. 2017;26(8):726-9. doi: [10.1097/IJG.0000000000000715](https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000715)
 24. Lee JH, Shi Y, Amoozgar B, et al. Outcomes of micropulse laser transscleral cyclophotocoagulation on pediatric versus adult glaucoma patients. *J Glaucoma*. 2017;26(10):936-939. doi: [10.1097/IJG.0000000000000757](https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000757)
 25. Zaarour K, Abdelmassih Y, Arej N, et al. Outcomes of micropulse trans-scleral cyclophotocoagulation in uncontrolled glaucoma patients. *J Glaucoma*. 2019;28(3):270-275. doi: [10.1097/IJG.0000000000001174](https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000001174)
 26. Toyos MM, Toyos R. Clinical outcomes of micropulsed trans-scleral cyclophotocoagulation in moderate to severe glaucoma. *J Clin Exp Ophthalmol*. 2016;7:620. doi: [10.4172/2155-9570.1000620](https://doi.org/10.4172/2155-9570.1000620)
 27. Kuchar S, Moster MR, Reamer CB, Waisbourd M. Treatment outcomes of micropulse trans-scleral cyclophotocoagulation in advanced glaucoma. *Lasers Med Sci*. 2016;31(2):393-6. doi: [10.1007/s10103-015-1856-9](https://doi.org/10.1007/s10103-015-1856-9)
 28. Tan AM, Chockalingam M, Aquino MC, et al. Micropulse transscleral diode laser cyclophotocoagulation in the treatment of refractory glaucoma. *Clin Exp Ophthalmol*. 2010;38(3):266-272. doi: [10.1111/j.1442-9071.2010.02238.x](https://doi.org/10.1111/j.1442-9071.2010.02238.x)
 29. Yelenskiy A, Gillette TB, Arosemena A, et al. Patient outcomes following micropulse trans-scleral cyclophotocoagulation: intermediate-term results. *J Glaucoma*. 2018;27(10):920-5. doi: [10.1097/IJG.0000000000001023](https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000001023)

■ Автор для переписки

Германова Виктория Николаевна
Адрес: СОКОБ им. Т.И. Ерошевского, ул. Ново-Садовая, 158,
г. Самара, Россия, 443068.

E-mail: vngermanova@gmail.com

■ Corresponding Author

Viktoriya N. Germanova
Address: Samara Regional Clinical Ophthalmological Hospital
n.a. T.I. Eroshovsky, 158 Novo-Sadovaya st., Samara, Russia, 443068.