

DOI: <https://doi.org/10.17816/rpoj107300>

# Ближайшие результаты микроимпульсной циклофотокоагуляции при глаукоме у детей

А.Ю. Панова, Л.А. Катаргина, Е.В. Денисова, А.А. Сорокин

НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца, Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Цель.** Изучить эффективность и безопасность микроимпульсной циклофотокоагуляции при лечении разных видов глаукомы у детей.

**Материал и методы.** В исследование включено 14 детей (15 глаз) с некомпенсированной глаукомой различной этиологии, которым была выполнена микроимпульсная циклофотокоагуляция (мЦФК) на лазерной системе для лечения глаукомы Syclo G6 (IRIDEX, США). Абсолютно эффективным считали вмешательство при достижении уровня внутриглазного давления (ВГД) от 8 до 25 мм рт. ст. без гипотензивной терапии и без признаков прогрессирования глаукомы, относительно эффективным — при достижении тех же критериев на фоне инстилляций гипотензивных препаратов.

**Результаты.** Средний возраст детей на момент вмешательства составил  $8,5 \pm 1,5$  г (от 7 мес. до 17 лет). Средний уровень ВГД до операции был  $28,5 \pm 1,1$  мм рт. ст., через 3 дня после мЦФК он снизился до  $18,87 \pm 1,04$  мм рт. ст. Абсолютная эффективность лечения составила 14,3%, относительная — 100%. К концу срока наблюдения (1–6 мес, в среднем  $2,5 \pm 0,4$  мес) среднее ВГД было равно  $24,4 \pm 1,31$  мм рт. ст. (среднее снижение 14,3%), абсолютная эффективность — 0%, относительная — 66,7%. Среднее число антиглаукоматозных препаратов, получаемых в виде инстилляций до и после мЦФК, достоверно не изменилось и составило, соответственно,  $3,45 \pm 0,22$  и  $2,91 \pm 0,39$  ( $p=0,167$ ). Осложнения после мЦФК были выявлены в шести глазах (40%), во всех случаях наблюдалось появление или увеличение воспалительной реакции в передней камере. В двух глазах (13,3%), кроме того, развился незначительный миодриаз (4–5 мм).

**Заключение.** Микроимпульсная циклофотокоагуляция (мЦФК) является безопасным и перспективным методом лечения глаукомы различной этиологии у детей. Необходимы дальнейшие исследования эффективности вмешательства в отдаленные сроки, безопасности повторных процедур для достижения стойкой нормализации ВГД. Целесообразна разработка индивидуальных схем мЦФК.

**Ключевые слова:** микроимпульсная циклофотокоагуляция; дети; врожденная глаукома; посттравматическая глаукома; посттравматическая глаукома.

## Как цитировать:

Панова А.Ю., Катаргина Л.А., Денисова Е.В., Сорокин А.А. Ближайшие результаты микроимпульсной циклофотокоагуляции при глаукоме у детей // *Российская педиатрическая офтальмология*. 2022. Т.17. №3. С. 21–29. DOI: <https://doi.org/10.17816/rpoj107300>

DOI: <https://doi.org/10.17816/rpoj107300>

# Immediate results of micropulse cyclophotocoagulation in glaucoma in children

Anna Yu. Panova, Lyudmila A. Katargina, Ekaterina V. Denisova,  
Alexander A. Sorokin

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, Moscow, Russian Federation

## ABSTRACT

**AIM:** This study aimed to investigate the efficacy and safety of micropulse cyclophotocoagulation (MP-CPC) in the treatment of various types of glaucoma in children.

**MATERIAL AND METHODS:** The study included 14 children (15 eyes) with uncompensated glaucoma of various etiologies, who underwent MP-CPC using the Cyclo G6 laser system (IRIDEX, USA). The intervention was considered absolutely effective when IOP reached 8 to 25 mm Hg without medications and without signs of progression of glaucoma, relatively effective, when the same criteria are achieved with hypotensive medications.

**RESULTS:** The average age of children at the time of intervention was  $8.5 \pm 1.5$  yr (from 7 months to 17 yr). The average level of IOP before surgery was  $28.5 \pm 1.1$  mm Hg, 3 days after MP-CPC ( $18.87 \pm 1.04$  mm Hg), while the absolute efficiency was 14.3%, relative — 100%. By the end of the observation period (1–6 months; on average,  $2.5 \pm 0.4$  months), the average IOP was  $24.4 \pm 1.31$  mm Hg (average decrease, 14.3%), with absolute efficiency of 0% and relative of 66.7%. The average number of hypotensive medications received in instillations did not change significantly before and after MP-CPC and amounted to  $3.45 \pm 0.22$  and  $2.91 \pm 0.39$ , respectively ( $p=0.167$ ). Complications after MP-CPC were detected in six eyes (40%); in all cases, the appearance or increase of the inflammatory reaction in the anterior chamber was observed. In addition, in two eyes (13.3%). In addition, a slight mydriasis (4–5 mm) developed.

**CONCLUSION:** MP-CPC is a safe and effective treatment for glaucoma in children with various etiologies. Further research is needed to evaluate the effectiveness of intervention in the long term and the safety of repeated procedures to achieve normal IOP and to develop individual schemes of MP-CPC.

**Keywords:** micropulse cyclophotocoagulation; children; congenital glaucoma; postuveal glaucoma.

## To cite this article:

Panova AYu, Katargina LA, Denisova EV, Sorokin AA. Immediate results of micropulse cyclophotocoagulation in glaucoma in children. *Russian pediatric ophthalmology*. 2022;17(3):21–29. DOI: <https://doi.org/10.17816/rpoj107300>

Received: 10.05.2022

Accepted: 17.06.2022

Published: 01.10.2022

## ВВЕДЕНИЕ

Лечение глаукомы у детей представляет собой сложную задачу. Многим пациентам для нормализации внутриглазного давления требуется несколько операций. Диодлазерная циклокоагуляция традиционно применяется для лечения терминальной глаукомы на глазах с низким функциональным прогнозом в случаях, когда невозможно проведение других антиглаукоматозных операций [1–3]. Это обусловлено трудностью дозирования лазерного воздействия в каждом конкретном случае и возможностью развития таких осложнений как иридоциклит (1,9–20%), отслойка сосудистой оболочки (1–6%), снижение зрения на две и более строк (6–38%), хроническая гипотония (1–18%) и субатрофия глазного яблока (0,5–5,3%) [4]. В 2010 году в клиническую практику внедрён новый, более щадящий и дозированный метод — микроимпульсная транссклеральная циклофотокоагуляция (мЦФК) [5].

В отличие от непрерывно-волновой ЦФК, микроимпульсный режим имеет два цикла: «включения» и «выключения». Во время цикла «включения» лазерная энергия избирательно поглощается меланином пигментного слоя ресничного эпителия, накапливая тепловую энергию в пигментированных тканях. При этом беспигментный эпителий цилиарного тела (ЦТ), ответственный за выработку внутриглазной жидкости (ВГЖ), не подвергается чрезмерному лазерному воздействию благодаря своему низкому порогу поглощения тепловой энергии. Во время цикла «выключения» участки ЦТ, которые были подвержены тепловому воздействию, охлаждаются, что позволяет защитить их от чрезмерного термического повреждения [5, 6]. В настоящее время в клинической практике накоплены данные об эффективности и безопасности мЦФК [7–10], что позволило ряду исследователей рекомендовать мЦФК в качестве первого вмешательства у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой [11, 12]. Однако данные о применении мЦФК у детей единичны, а результаты исследований неоднозначны [13–15].

**Цель.** Изучить эффективность и безопасность микроимпульсной циклофотокоагуляции при лечении разных видов глаукомы у детей.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследование включено 14 детей (15 глаз) с некомпенсированной глаукомой, находившихся на стационарном лечении в отделе патологии глаз у детей НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца с декабря 2021 г. по март 2022 г., которым была выполнена мЦФК. На каждого пациента до и после вмешательства заполнялась тематическая карта, в которой регистрировались следующие данные: возраст, пол, тип глаукомы, предыдущие операции, предоперационное и послеоперационное внутриглазное давление (ВГД) по Маклакову, применяемая

гипотензивная терапия, острота зрения, данные биомикроскопии и офтальмоскопии.

Для проведения мЦФК использовалась лазерная система для лечения глаукомы Cyclo G6 (IRIDEX, США) с настройками инфракрасного диодного лазера мощностью 2000 мВт с длиной волны 810 нм и рабочим циклом 31,3%, что соответствует 0,5 мс в режиме «включения» и 1,1 мс в режиме «выключения». Зонд с компрессией располагается перпендикулярно склере в 1 мм от лимба и перемещается непрерывно скользящими движениями в течение 40 секунд в каждом квадранте в 2–4 квадрантах, избегая трёх- и девятичасовых меридианов и областей, где ранее была выполнена синустрабекулэктомия. Нами использован стандартный протокол проведения мЦФК, рекомендованный разработчиками прибора. У двоих детей с врождённой глаукомой (ВГ) вмешательство было выполнено в двух квадрантах в связи с непостоянным повышением ВГД. Детям младшего возраста мЦФК выполнялась под наркозом. Пациентам старше 9 лет процедуру проводили под местной анестезией (1–2 мл лидокаина ретробульбарно, инстилляцией местных анестетиков).

В послеоперационном периоде дети получали нестероидные противовоспалительные препараты и/или дексаметазон в зависимости от наличия и степени выраженности иридоциклита. Антиглаукоматозные капли отменяли под контролем внутриглазного давления (ВГД).

Абсолютно успешным признавали вмешательство при достижении уровня ВГД от 8 до 25 мм рт. ст. без гипотензивной терапии и без признаков прогрессирования глаукомы, т.е. без увеличения диаметра роговицы, передне-задней оси глаза (ПЗО) или отношения диаметра экскавации к ДЗН. Под относительной эффективностью понимали достижение тех же критериев, но на фоне инстилляций гипотензивных препаратов. Неэффективным считалось вмешательство, если эти критерии не были достигнуты, а также в том случае, если для компенсации ВГД требовались дополнительное хирургическое или лазерное вмешательство. Лечение было признано неэффективным также при выявлении серьёзного осложнения, например, потере более двух строк зрения, хронической гипотонии или субатрофии глазного яблока.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Данные анамнеза пациентов и результаты мЦФК приведены в таблице.

Из 14 детей 8 больных (9 глаз) были с врождённой глаукомой (ВГ), 4 ребёнка (4 глаза) — с постувеальной, 2 ребёнка — с посттравматической. Средний возраст детей на момент вмешательства составил  $8,5 \pm 1,5$  г (от 7 месяцев до 17 лет). Среди 14 детей было 11 девочек и 3 мальчика. В четырёх случаях глаукомы (3 — с постувеальной, 1 — с посттравматической) мЦФК была первым гипотензивным вмешательством. На 11 глазах ранее были выполнены другие антиглаукоматозные операции, а именно: 3 синустрабекулэктомии (СТЭ)

**Таблица.** Характеристика пациентов с глаукомой и результаты микроимпульсной циклофотокоагуляции  
**Table.** Characteristics of patients with glaucoma and results of micropulse cyclophotocoagulation

| Пациент<br>Patient | Этиология<br>глаукомы.<br>Etiology<br>of glaucoma                             | Предшествующие<br>антиглаукома-<br>тозные операции.<br>Previous glaucoma<br>surgeries | ВГД<br>до мЦФК,<br>мм.рт.ст.<br>IOP before<br>MP-CPC,<br>mm Hg | Число<br>антиглаукоматозных<br>препаратов<br>до мЦФК.<br>Number of<br>antiglaucoma drugs<br>before MP-CPC | Срок<br>наблюдения,<br>мес.<br>Observation<br>period, months | ВГД<br>через 3 дня<br>после мЦФК,<br>мм.рт.ст.<br>IOP 3 days after<br>MP-CPC, mm<br>Hg | ВГД<br>в конце срока<br>наблюдения,<br>мм.рт.ст.<br>IOP at the end of<br>the observation<br>period, mm Hg | Число<br>антиглаукоматозных<br>препаратов в конце<br>срока наблюдения.<br>Number of glaucoma<br>drugs at the end of the<br>observation period | Осложнения<br>Complications                            |
|--------------------|---|---|--|---|--|--|---|---|--|
| 1                  | Увеит<br>Uveitis  | 2 СТЭ<br>2TE  | 31   | 3, диакарб<br>acetazolamide   | 1  | 20   | 27  | 3, диакарб<br>acetazolamide   | Иридоциклит<br>Iridocyclitis                           |
| 2                  | Увеит<br>Uveitis  | -   | 36   | 4, диакарб<br>acetazolamide   | 4  | 15   | 24  | 3<br>acetazolamide  | Иридоциклит,<br>Мидриаз<br>Iridocyclitis,<br>mydriasis |
| 3                  | Увеит<br>Uveitis  | -   | 25   | 4, диакарб<br>acetazolamide   | 3  | 21   | 22  | 4   | -  |
| 4                  | Увеит<br>Uveitis  | -   | 25   | 3   | 3  | 12   | 21  | 2   | Иридоциклит<br>Iridocyclitis                           |
| 5                  | Травма<br>Trauma  | 2 СТЭ<br>2TE  | 32   | 4, диакарб<br>acetazolamide   | 1  | 12   | 28  | 4, диакарб<br>acetazolamide   | -  |
| 6                  | Травма<br>Trauma  | -   | 25   | 4   | 2  | 14   | 21  | 1   | Иридоциклит<br>Iridocyclitis                           |
| 7                  | Врожд. (II форма)<br>Congenital (II form)                                     | ЦФК<br>CPC  | 32   | 3   | 6  | 22   | 23  | 3   | -  |
| 8                  | Врожд. (синдром<br>Стердж-Вебера)<br>Congenital<br>(Sturge-Weber<br>syndrome) | 2 СТЭ<br>2TE  | 28   | 4   | 3  | 20   | 22  | 4   | Иридоциклит,<br>мидриаз<br>Iridocyclitis,<br>mydriasis |
| 9                  | Врожд. (синдром<br>Стердж-Вебера)<br>Congenital<br>(Sturge-Weber<br>syndrome) | СТЭ<br>TE   | 25   | 2   | 2  | 22   | 24  | 2   | -  |

Таблица. Окончание  
Table. Ending

| Результат | Этиология глаукомы.<br>Etiology of glaucoma   | Предшествующие антиглаукоматозные операции.<br>Previous glaucoma surgeries | ВГД до мЦФК, мм.рт.ст.<br>IOP before MP-CPC, mm Hg | Число антиглаукоматозных препаратов до мЦФК.<br>Number of antiglaucoma drugs before MP-CPC | Срок наблюдения, мес.<br>Observation period, months | ВГД через 3 дня после мЦФК, мм.рт.ст.<br>IOP 3 days after MP-CPC, mm Hg | ВГД в конце срока наблюдения, мм.рт.ст.<br>IOP at the end of the observation period, mm Hg | Число антиглаукоматозных препаратов в конце срока наблюдения.<br>Number of glaucoma drugs at the end of the observation period | Осложнения<br>Complications  |
|-----------|---|--|--|--|---|---|--|--|------------------------------|
| 10        | Врождённая (I форма)<br>Congenital (I form)   | СТЗ<br>TE  | 25   | 4  | 1   | 19  | 25   | 4  | Иридоциклит<br>Iridocyclitis |
| 11        | Врождённая (II форма)<br>Congenital (II form) | СТЗ, имплантация клапана Ахмеда<br>TE, Ahmed valve implantation            | 31   | 4  | 2   | 23  | 22   | 4  | -                            |
| 12        | Врождённая (II форма)<br>Congenital (II form) | СТЗ<br>TE  | 26   | 3  | 1   | 23  | 22   | 3  | -                            |
| 13        | Врождённая (I форма)<br>Congenital (I form)   | СТЗ, имплантация клапана Ахмеда<br>TE, Ahmed valve implantation            | 21   | 3  | 4   | 18  | 19   | 3  | -                            |
| 14 OD     | Врождённая (II форма)<br>Congenital (II form) | ЦФК CPC  | 28   | 2  | 2   | 23  | 34   | 3  | -                            |
| 14 OS     | Врождённая (II форма)<br>Congenital (II form) | ЦФК CPC  | 27   | 2  | 2   | 19  | 36   | 3  | -                            |

Примечание. СТЗ — синустрабекулэктомия, ЦФК — циклофотокоагуляция.

Note. TE — trabeculectomy, CPC — cyclophotocoagulation.

однократно, 3 СТЭ двукратно, 3 диодлазерной циклокоагуляции, 2 СТЭ и, как второе вмешательство, имплантация клапана Ахмеда. Средний уровень ВГД до операции составил  $28,5 \pm 1,1$  мм рт. ст. Через 3 дня после мЦФК средний уровень ВГД снизился до  $18,87 \pm 1,04$  мм рт. ст., при этом абсолютная эффективность составила 14,3%, относительная — 100%.

Средний срок наблюдения составил  $2,5 \pm 0,4$  мес. (1–6 мес.). К концу срока наблюдения среднее ВГД достигло  $24,4 \pm 1,31$  мм рт. ст. (среднее снижение по сравнению с дооперационным — 14,3%). При этом абсолютная эффективность составила 0%, относительная — 66,7%. Среди детей, у которых до мЦФК хирургических антиглаукоматозных вмешательств не проводилось, эффективность лечения была выше (100%), чем среди детей, у которых ранее выполнялись различные антиглаукоматозные операции (54,5% глаз). В связи с некомпенсацией ВГД одному ребёнку через 1,5 месяца после первой процедуры был проведён второй сеанс мЦФК. Осложнений выявлено не было, через 3 дня после процедуры ВГД составило 21 мм рт. ст. Оценку отдалённой эффективности в настоящее время провести невозможно в связи с небольшим сроком после повторной мЦФК.

Среднее число антиглаукоматозных препаратов, получаемых в виде инстилляций, среди детей, у которых была достигнута компенсация ВГД, до мЦФК составляло  $3,45 \pm 0,22$ , к концу срока наблюдения оно снизилось до  $2,91 \pm 0,39$  ( $p=0,167$ ). Наибольшие различия по количеству получаемых антиглаукоматозных препаратов выявлены у детей, у которых мЦФК была первичным гипотензивным вмешательством ( $3,75 \pm 0,25$  и  $2,25 \pm 0,85$  до и после процедуры, соответственно). Однако эти различия также не были статистически значимы ( $p=0,182$ ). Острота зрения оценивалась у пациентов старше 4 лет и у всех оставалась стабильной на протяжении срока наблюдения.

Осложнения после мЦФК были выявлены в шести глазах (40%). Во всех случаях наблюдались признаки иридоциклита, в том числе в трёх из четырёх глаз с посттравматической глаукомой, в одном из двух глаз — с врождённой глаукомой (у одного из двух пациентов с синдромом Стердж-Вебера). Воспалительный процесс в трёх случаях купировался назначением или усилением инстилляций кортикостероидов. Трёх детям (двум — с увеитом, одному — с врождённой глаукомой) потребовались субконъюнктивальные инъекции дексаметазона. В двух глазах (13,3%) развился незначительный мидриаз (4–5 мм). У одного ребёнка зрачок сузился в течение трёх дней, у второго — в течение последующих четырёх месяцев наблюдения расширение зрачка сохранялось. Тяжёлых осложнений, повлекших значимое снижение остроты зрения или анатомическую гибель глаза, выявлено не было.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В ряде исследований было продемонстрировано, что микроимпульсная циклофотокоагуляция является безопасной и эффективной процедурой для контроля внутриглазного давления у детей с рефрактерной глаукомой. В работе Eman M Elhefney и соавт. [13] эффективность мЦФК составила 69,4% из 36 глаз с рефрактерной глаукомой через 1 месяц и 41,7% через 15 месяцев после вмешательства. При этом в 66,7% случаев для достижения целевого уровня ВГД потребовалось повторное проведение процедуры. Количество применяемых антиглаукоматозных капель также достоверно снизилось, так, до проведения мЦФК оно составляло  $2,6 \pm 0,5$ , а в конце срока наблюдения —  $1,7 \pm 0,6$  препаратов.

В исследовании Ahmed M. Abdelrahman и соавт. [14] снижение ВГД до нормальных значений было выявлено в 76,5% из 17 глаз через месяц после вмешательства. К концу срока наблюдения (6 мес.) этот показатель не изменился. Следует отметить, что при сравнении эффективности микроимпульсной и непрерывно-волновой ЦФК авторы не выявили достоверных различий по степени снижения и частоте достижения целевых значений ВГД.

По данным Lee и соавт. [15], эффективность мЦФК у 9 детей (9 глаз) через год после вмешательства составила 22,2%. Через 1 месяц после процедуры средний уровень ВГД составил  $20,44 \pm 13,41$  при исходных показателях  $34,28 \pm 9,92$  мм рт. ст., однако, авторы не сообщают, у какого числа детей была достигнута нормализация ВГД. Количество используемых гипотензивных препаратов достоверно не снизилось. Авторы отмечают, что эффективность мЦФК у взрослых пациентов существенно выше и составляет 72,2% к концу первого года наблюдения. При этом значительно уменьшилось число гипотензивных препаратов (в среднем  $3,00 \pm 0,92$  и  $2,52 \pm 1,12$  до операции и в конце наблюдения соответственно,  $p=0,013$ ). Авторы связывают низкую эффективность мЦФК у детей с более высокой регенеративной способностью и вариабельностью положения ЦТ в глазах с буфтальмом, что препятствует точной локализации лазерного луча.

Эффективность непрерывно-волновой циклофотокоагуляции, по данным различных авторов, составляет 38–46% после однократного вмешательства и 50–79% после повторных процедур. Большинство исследователей сообщают о развитии пусть и редких (в среднем не более 3–5%), но тяжёлых осложнений непрерывно-волновой циклокоагуляции [16–18]. Учитывая, что для достижения гипотензивного стойкого эффекта нередко (13–63%) требуются повторные процедуры, вероятность тяжёлых осложнений и необратимой потери зрения увеличивается [4].

Преимуществом микроимпульсной ЦФК является более низкая частота осложнений. В литературе имеются лишь единичные сообщения о развитии осложнений после мЦФК [19–21]. Так, в работе Ahmed M. Abdelrahman

и соавт. в группе после мЦФК в одном глазу развилась гипотония, которая разрешилась в течение двух недель консервативного лечения, и через 6 месяцев после процедуры у данного пациента наблюдалась компенсация ВГД. В группе непрерывно-волновой ЦФК гипотония наблюдалась в трёх глазах, в одном из которых развилась субатрофия глазного яблока. В двух глазах обнаружен тяжёлый передний увеит, однако, разница в частоте осложнений между обеими группами не была значимой ( $p=0,3$ ).

По данным Lee J.H. и соавт., в первые сутки после мЦФК у 65% больных отмечались незначительная гиперемия конъюнктивы и небольшое воспаление в виде клеток в передней камере, которые разрешились в течение 2–4 недель. Тяжёлых осложнений не было выявлено ни у детей, ни у взрослых [15].

Eman M Elhefney и соавт. не выявили тяжёлых осложнений мЦФК [13]. Мы также не наблюдали серьёзных осложнений после проведения мЦФК. Трёх детям (20% глаз) потребовались субконъюнктивальные инъекции дексаметазона из-за появления или усиления признаков воспаления в переднем отрезке глаза.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ результатов показал, что микроимпульсная циклофотокоагуляция (мЦФК) является безопасным и перспективным методом лечения глаукомы различной

этиологии у детей. Гипотензивный эффект в ближайшие сроки (в среднем  $2,5\pm 0,4$  мес) после процедуры составляет 66,7%. Необходимы дальнейшие исследования эффективности вмешательства в отдалённые сроки, а также безопасности повторных процедур для достижения стойкой нормализации ВГД. Целесообразна разработка индивидуальных схем мЦФК. Простота выполнения, относительная малоинвазивность, возможность проведения процедуры у детей без наркоза и отсутствие тяжёлых осложнений позволяют расширить показания к мЦФК при лечении различных форм и стадий глаукомы.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

## ADDITIONAL INFO

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дробышева И.С. Наш опыт лечения рефрактерной терминальной глаукомы // Вестник ТГУ. 2016. Т. 21, № 4. С. 1525–1528. doi: 10.20310/1810-0198-2016-21-4-1525-1528
2. Kramp K., Vick H.P., Guthoff R. Transscleral diode laser contact cyclophotocoagulation in the treatment of different glaucomas, also as primary surgery // Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2002. Vol. 240, N 9. P. 698–703. doi: 10.1007/s00417-002-0508-5
3. Бойко Э.В., Куликов А.Н., Скворцов В.Ю. Сравнительная оценка диод-лазерной термотерапии и лазеркоагуляции как методов циклодеструкции (экспериментальное исследование) // Практическая медицина. Офтальмология. 2012. № 1. С. 175–179.
4. Souissi S., Le Mer Y., Metge F., et al. An update on continuous-wave cyclophotocoagulation (CW-CPC) and micropulse transscleral laser treatment (MP-TLT) for adult and paediatric refractory glaucoma // Acta Ophthalmol. 2021. Vol. 99, N 5. P. e621–e653. doi: 10.1111/aos.14661
5. Tan A.M., Chockalingam M., Aquino M.C., et al. Micropulse transscleral diode laser cyclophotocoagulation in the treatment of refractory glaucoma // Clin Exp Ophthalmol. 2010. Vol. 38, N 3. P. 266–272. doi: 10.1111/j.1442-9071.2010.02238.x
6. Radcliffe N., Vold S., Kammer J., et al. MicroPulse Trans-scleral Cyclophotocoagulation (mTSCPC) for the Treatment of Glaucoma Using the MicroPulse P3 Device. American Glaucoma Society. Poster presented at the American Glaucoma Society annual Meeting. April 2015.
7. Souissi S., Baudouin C., Labbe A., Hamard P. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation using a standard protocol in patients with refractory glaucoma naive of cyclodestruction // Eur J Ophthalmol. 2021. Vol. 31, N 1. P. 112–119. doi: 10.1177/1120672119877586
8. Aquino M.C., Barton K., Tan A.M., et al. Micropulse versus continuous wave transscleral diode cyclophotocoagulation in refractory glaucoma: a randomized exploratory study // Clin Exp Ophthalmol. 2015. Vol. 43, N 1. P. 40–46. doi: 10.1111/ceo.12360
9. Sarrafpour S., Saleh D., Ayoub S., Radcliffe N.M. Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation: A Look at Long-Term Effectiveness and Outcomes // Ophthalmol Glaucoma. 2019. Vol. 2, N 3. P. 167–171. doi: 10.1016/j.ogla.2019.02.002
10. Radhakrishnan S., Wan J., Tran B., et al. Micropulse Cyclophotocoagulation: A Multicenter Study of Efficacy, Safety, and Factors Associated With Increased Risk of Complications // J Glaucoma. 2020. Vol. 29, N 12. P. 1126–1131. doi: 10.1097/IJG.0000000000001644
11. Noecker R.J. The benefits of micropulse TSCPC for early-stage glaucoma // Ophthalmol Times Eur. 2017. P. 30–32.
12. Magacho L., Lima F.E., Avila M.P. Double-session micropulse transscleral laser (CYCLO G6) for the treatment of glau-

coma // *Lasers Med Sci*. 2020. Vol. 35, N 7. P. 1469–1475. doi: 10.1007/s10103-019-02922-1

13. Elhefney E.M., Mokbel T.H., Hagra S.M., et al. Micropulsed diode laser cyclophotocoagulation in recurrent pediatric glaucoma // *Eur J Ophthalmol*. 2020. Vol. 30, N 5. P. 1149–1155. doi: 10.1177/1120672119858226

14. Abdelrahman A.M., El Sayed Y.M. Micropulse Versus Continuous Wave Transscleral Cyclophotocoagulation in Refractory Pediatric Glaucoma // *J Glaucoma*. 2018. Vol. 27, N 10. P. 900–905. doi: 10.1097/IJG.0000000000001053

15. Lee J.H., Shi Y., Amoozgar B., et al. Outcome of Micropulse Laser Transscleral Cyclophotocoagulation on Pediatric Versus Adult Glaucoma Patients // *J Glaucoma*. 2017. Vol. 26, N 10. P. 936–939. doi: 10.1097/IJG.0000000000000757

16. Катаргина Л.А., Денисова Е.В., Ибейд Б.Н.А., и др. Трансклеральная диодлазерная циклокоагуляция в комплексном лечении постувеальной глаукомы у детей. В кн.: Материалы Сборник Российского общенационального офтальмологического форума. Москва, 2020. С. 183–187.

17. Kraus C.L., Tychsen L., Lueder G.T., Culican S.M. Comparison of the effectiveness and safety of transscleral cyclophotocoagulation and endoscopic cyclophotocoagulation in pediatric glaucoma // *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2014. Vol. 51, N 2. P. 120–127. doi: 10.3928/01913913-20140211-01

18. Autrata R., Rehurek J. Long-term results of transscleral cyclophotocoagulation in refractory pediatric glaucoma patients // *Ophthalmologica*. 2003. Vol. 217, N 6. P. 393–400. doi: 10.1159/000073068

19. Prager A.J., Anchala A.R. Suprachoroidal hemorrhage after micropulse cyclophotocoagulation diode therapy // *Am J Ophthalmol Case Rep*. 2020. Vol. 18, N. P. 100659. doi: 10.1016/j.ajoc.2020.100659

20. Alqaseer B., Abunajma M. Intraocular Lens Subluxation following Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation // *Saudi J Ophthalmol*. 2020. Vol. 34, N 3. P. 233–235. doi: 10.4103/1319-4534.310401

21. Dhanireddy S., Yin H.Y., Dosakayala N., et al. Severe Inflammation and Hyphema After Micropulse Diode Transscleral Cyclophotocoagulation // *J Glaucoma*. 2020. Vol. 29, N 6. P. e50–e52. doi: 10.1097/IJG.0000000000001508

## REFERENCES

1. Drobysheva IS. Our Experience in Treating Refractory Terminal Glaucoma. *Tambov University Reports Series: Natural and Technical Sciences*. 2016;21(4):1525–1528. (In Russ). doi: 10.20310/1810-0198-2016-21-4-1525-1528

2. Kramp K, Vick HP, Guthoff R. Transscleral diode laser contact cyclophotocoagulation in the treatment of different glaucomas, also as primary surgery. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2002;240(9):698–703. doi: 10.1007/s00417-002-0508-5

3. Boyko EV, Kulikov AN, Skvortsov VY. Comparative evaluation of diode-laser thermotherapy and laser coagulation as methods of cyclodestruction (experimental study). *Prakticheskaya medicina. Ophthalmologiya*. 2012;(1):175–179. (In Russ).

4. Souissi S, Le Mer Y, Metge F, et al. An update on continuous-wave cyclophotocoagulation (CW-CPC) and micropulse transscleral laser treatment (MP-TLT) for adult and paediatric refractory glaucoma. *Acta Ophthalmol*. 2021;99(5):e621–e653. doi: 10.1111/aos.14661

5. 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

6. Radcliffe N, Vold S, Kammer J, et al. MicroPulse trans-scleral cyclophotocoagulation (mTSCPC) for the treatment of glaucoma using the MicroPulse P3 device. Poster presented at the American Glaucoma Society annual Meeting. April 2015.

7. Souissi S, Baudouin C, Labbe 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: 10.1177/1120672119877586

8. Aquino MC, Barton K, Tan AM, 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

9. Sarrafpour S, Saleh D, Ayoub S, Radcliffe NM. Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation: A Look at Long-Term Effectiveness and Outcomes. *Ophthalmol Glaucoma*. 2019;2(3):167–171. doi: 10.1016/j.ogla.2019.02.002

10. Radhakrishnan S, Wan J, Tran B, et al. Micropulse Cyclophotocoagulation: A Multicenter Study of Efficacy, Safety, and Factors Associated With Increased Risk of Complications. *J Glaucoma*. 2020;29(12):1126–1131. doi: 10.1097/IJG.0000000000001644

11. Noecker RJ. The benefits of micropulse TSCPC for early-stage glaucoma. *Ophthalmol. Times Eur*. 2017: 30–2.

12. Magacho L, Lima FE, Avila MP. Double-session micropulse transscleral laser (CYCLO G6) for the treatment of glaucoma. *Lasers Med Sci*. 2020;35(7):1469–1475. doi: 10.1007/s10103-019-02922-1

13. Elhefney EM, Mokbel TH, Hagra SM, et al. Micropulsed diode laser cyclophotocoagulation in recurrent pediatric glaucoma. *Eur J Ophthalmol*. 2020;30(5):1149–1155. doi: 10.1177/1120672119858226

14. Abdelrahman AM, El Sayed YM. Micropulse Versus Continuous Wave Transscleral Cyclophotocoagulation in Refractory Pediatric Glaucoma. *J Glaucoma*. 2018;27(10):900–905. doi: 10.1097/IJG.0000000000001053

15. Lee JH, Shi Y, Amoozgar B, et al. Outcome of Micropulse Laser Transscleral Cyclophotocoagulation on Pediatric Versus Adult Glaucoma Patients. *J Glaucoma*. 2017;26(10):936–939. doi: 10.1097/IJG.0000000000000757

16. Катаргина ЛА Денисова ЕВ, Ибейд БНА, et al. Трансклеральная диодлазерная циклокоагуляция в комплексном лечении постувеальной глаукомы у детей. In: *Материалы Сборник Российского общенационального офтальмологического форума*. Moscow, 2020. P:183–187. (In Russ).

17. Kraus CL, Tychsen L, Lueder GT, Culican SM. Comparison of the effectiveness and safety of transscleral cyclophotocoagulation and endoscopic cyclophotocoagulation in pediatric glaucoma. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2014;51(2):120–127. doi: 10.3928/01913913-20140211-01

18. Autrata R, Rehurek J. Long-term results of transscleral cyclophotocoagulation in refractory pediatric glaucoma patients. *Ophthalmologica*. 2003;217(6):393–400. doi: 10.1159/000073068

19. Prager AJ, Anchala AR. Suprachoroidal hemorrhage after micropulse cyclophotocoagulation diode therapy. *Am J Ophthalmol Case Rep*. 2020;18:100659. doi: 10.1016/j.ajoc.2020.100659

20. Alqaseer B, Abunajma M. Intraocular Lens Subluxation following Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation. *Saudi J Ophthalmol.* 2020;34(3):233–235. doi: 10.4103/1319-4534.310401

21. Dhanireddy S, Yin HY, Dosakayala N, et al. Severe Inflammation and Hyphema After Micropulse Diode Transscleral Cyclophotocoagulation. *J Glaucoma.* 2020;29(6):e50–e52. doi: 10.1097/IJG.0000000000001508

## ОБ АВТОРАХ

**Панова Анна Юрьевна**, к.м.н.;

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2103-1570>;

eLibrary SPIN: 9930-4813; e-mail: annie\_panova18@mail.ru

**Катаргина Людмила Анатольевна**, д.м.н., профессор;

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4857-0374>;

e-mail: katargina@igb.ru

\***Денисова Екатерина Валерьевна**, к.м.н.;

адрес: Россия, 105062, Москва;

ул. Садовая-Черногрязская, 14/19;

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3735-6249>;

eLibrary SPIN: 4111-4330; e-mail: deale\_2006@inbox.ru

**Сорокин Александр Александрович**, аспирант;

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8213-8518>;

e-mail: a.a.sorokin@inbox.ru

## AUTHORS INFO

**Anna Yu. Panova**, MD, Cand. Sci. (Med.);

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2103-1570>;

eLibrary SPIN: 9930-4813; e-mail: annie\_panova18@mail.ru

**Lyudmila A. Katargina**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4857-0374>;

e-mail: katargina@igb.ru

\***Ekaterina V. Denisova**, MD, Cand. Sci. (Med.);

address: 14/19 Sadovaya-Chernogriazskaya street,

105062 Moscow, Russia;

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3735-6249>;

eLibrary SPIN: 4111-4330; e-mail: deale\_2006@inbox.ru

**Alexander A. Sorokin**, graduate student;

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8213-8518>;

e-mail: a.a.sorokin@inbox.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author