

DOI: <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2020-2-77-84>  
УДК 617.7-007.681

## Эффективность и безопасность надпороговой селективной лазерной трабекулопластики как первого этапа лечения начальной стадии первичной открытоугольной глаукомы у пациентов с катарактой на фоне псевдоэкзофолиативного синдрома

Б.Г. Джашаи, С.В. Балалин, Е.В. Абросимова, А.С. Саркисян

ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Волгоградский филиал

### РЕФЕРАТ

Надпороговая селективная лазерная трабекулопластика (СЛТ) представляет собой модификацию классической СЛТ.

**Цель.** Исследование клинической эффективности и безопасности надпороговой СЛТ как первого этапа комбинированного хирургического лечения начальной стадии первичной открытоугольной глаукомы у пациентов с катарактой на фоне псевдоэкзофолиативного синдрома.

**Материал и методы.** Проведен анализ результатов первого этапа лечения в виде надпороговой СЛТ у 48 больных с начальной стадией первичной открытоугольной глаукомы (48 глаз) и катарактой на фоне псевдоэкзофолиативного синдрома.

**Результаты.** Назначение медикаментозной терапии привело к снижению внутриглазного давления (ВГД) с  $22,1 \pm 3,2$  до  $16,3 \pm 2,6$  мм рт.ст. – на 26,3%. Через 1 мес. после надпороговой СЛТ было получено дополнительное снижение ВГД до  $14,3 \pm 1,8$  мм рт.ст., что составило в итоге 34,8%. Отмечалось достоверное улучшение коэффициента лег-

Офтальмохирургия. 2020;2: 77–84.

кости оттока внутриглазной жидкости: с  $0,12 \pm 0,03$  до  $0,16 \pm 0,03$  мм<sup>3</sup>/мм рт.ст.·мин. Снижение ВГД сопровождалось достоверным улучшением показателей MD и PSD по данным статической периметрии, уменьшением площади экскавации диска зрительного нерва. Колориметрический анализ показал уменьшение пигментации трабекулярной сети. Плотность эндотелиальных клеток роговицы не изменилась: ПЭК –  $2204 \pm 392$  кл/мм<sup>2</sup>. Ни в одном случае не отмечено реактивной гипертензии, болезненности при пальпации в проекции цилиарного тела, преципитатов либо феномена Тиндаля.

**Заключение.** Надпороговая СЛТ является эффективным и безопасным методом первого этапа лечения начальной стадии первичной открытоугольной глаукомы у пациентов с катарактой на фоне псевдоэкзофолиативного синдрома.

**Ключевые слова:** надпороговая селективная трабекулопластика, первичная открытоугольная глаукома. ■

**Авторы не имеют финансовых или имущественных интересов в упомянутых материале и методах.**

### ABSTRACT

#### Efficiency and safety of the suprathereshold selective laser trabeculoplasty as the first stage of the early primary open-angle glaucoma treatment in patients with cataract against the background of pseudoexfoliation syndrome

B.G. Dzhashe, S.V. Balalin, E.V. Abrosimova, A.S. Sarkysyan

S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution of the Ministry of Health of the Russian Federation, the Volgograd Branch, Volgograd

Suprathereshold selective laser trabeculoplasty (SLT) is a modification of the classical subthreshold SLT.

**Purpose.** To study the clinical efficacy and safety of suprathereshold SLT as the first stage of combined surgical treatment of the early primary open-angle glaucoma in patients with cataract against the background of pseudoexfoliation syndrome.

**Material and methods.** The study of 48 suprathereshold SLT cases (48 eyes) was performed in patients with early primary open-angle glaucoma (POAG) with cataract against the background of pseudoexfoliation syndrome.

**Results.** The drug therapy led to IOP decrease from  $22.1 \pm 3.2$  to  $16.3 \pm 2.6$  mm Hg (-26.3%). An additional IOP decrease to  $14.3 \pm 1.8$  mm Hg was determined 1 month after suprathereshold SLT (-34.8%). A significant



improvement in the coefficient of intraocular fluid easiness outflow was noted from  $0.12 \pm 0.03$  to  $0.16 \pm 0.03$  mm<sup>3</sup>/mm Hg·min. The decrease in IOP was accompanied by a significant improvement in MD and PSD indicators according to static perimetry and a decrease in the area of the optic disc excavation. Colorimetric analysis showed a decrease in pigmentation of the trabecular meshwork. The density of corneal endothelial cells has not changed: PEC –  $2204 \pm 392$  cells/mm<sup>2</sup>. There wasn't any clinical case of reactive hypertension, pain by palpation in the ciliary body projection, precipitates or Tyndall phenomenon during the study.

Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2020;2: 77–84.

В лечении первичной глаукомы, особенно на ранних стадиях заболевания, широкое распространение получили лазерные технологии вследствие их эффективности и безопасности. Одним из основных направлений лечения первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ) являются методики лазерной хирургии, направленные на снижение повышенного внутриглазного давления (ВГД) за счет улучшения оттока водянистой влаги по естественным путям – через трабекулярную мембрану шлеммова канала. Это способствует достижению индивидуального ВГД и стабилизации зрительных функций [1–4]. Одними из первых разработчиков лазерных операций на трабекуле были М.М. Краснов и соавт., предложившие выполнять гониопунктуру с помощью короткоимпульсного лазера с нанесением на трабекулу 20–25 лазерных импульсов за сеанс мощностью 0,05–0,25 Дж [5].

Методики лазерного лечения глаукомы разрабатывались и другими авторами. Так, D.M. Worsten и M.G. Wickham в 1973 г. предложили аргон-лазерную трабекулоэктомию [6]. В 1979 г. J. Weise и S. Witter разработали методику аргоновой лазерной трабекулопластики (АЛТ). Данная операция показала высокую эффективность при мультицентро-

вых исследованиях групп пациентов с ПОУГ, наблюдаемых в условиях только гипотензивной терапии и сочетавших гипотензивную терапию с АЛТ [7]. Группа с АЛТ показала большее снижение ВГД в сравнении с изолированной гипотензивной терапией [8], включая глаза с псевдоэкзофолиативной глаукомой (ПЭГ) [9]. При выполнении этой методики по всей окружности в зоне проекции шлеммова канала наносятся 100 аппликаций, где диаметр наносимого пятна 50 мкм, мощность 400–1200 мВт, экспозиция 0,1 с. Метод предполагает достижение очаговой депигментации с возможным «эффектом попкорна» вследствие образования пузырьков газа. В основе гипотензивного эффекта данной методики лежит активное повреждение трабекулярной решетки с изменением ее натяжения (пластики), где ожоговые рубцовые изменения ткани натягивают трабекулярную сеть и повышают ее проницаемость для водянистой влаги. Однако гистологические исследования показали, что АЛТ может приводить также к коагулирующему разрушению трабекулярной сети шлеммова канала. При этом между коагулятами возможно образование фиброваскулярной мембраны, приводящей к снижению оттока внутриглазной жидкости (ВГЖ) и повышению офтальмотонуса [10–13]. В связи с этим выполнение повторной АЛТ в силу объема вмешательства и изменений в трабекулярной сети, согласно исследованиям ряда авторов, не рекомендовано [14, 15].

**Conclusion.** According to the study, suprathereshold SLT is an effective and safe method of the early primary open-angle glaucoma treatment in patients with cataract against the background of pseudoexfoliation syndrome.

**Key words:** *suprathereshold selective trabeculoplasty, primary open-angle glaucoma.* ■

**No author has a financial or proprietary interest in any material or method mentioned**

В 1995 г. М.А. Latina был предложен метод селективной лазерной трабекулопластики (СЛТ) (селективный фототермолизис) на Nd:YAG-лазере (на алюмо-иттриевом гранате) с длиной волны 532 нм. Согласно авторской методике, во время процедуры подбирается максимальная энергия импульса (400 мкм), не вызывающая образования кавитационных пузырьков, что позволяет избежать термического поражения трабекулярной мембраны при запуске процесса фототермолизиса пигментных гранул. Вследствие большого размера пятна зоной воздействия является не только зона проекции шлеммова канала, но и вся трабекула. Начальный уровень энергии – 0,8 мДж. Затем уровень энергии уменьшают или увеличивают с шагом 0,1 мДж до появления эффекта образования микрокавитационных пузырьков. Уровень энергии, при котором происходит образование пузырьков, называется «пороговым», или «пороговой энергией». После выявления пороговой энергии по методу М.А. Latina необходимо уменьшить уровень лазерной энергии на 0,1 мДж. Этот более низкий уровень энергии имеет название «энергия процедуры». СЛТ проводится на уровне «энергии процедуры» до тех пор, пока не будет выполнено 50 отдельных, непрерывающихся лазерных импульсов вдоль 180-градусной плоскости либо назального, либо височного сегмента трабекулярной мембраны. При этом термального повреждения трабекулы нет за счет короткой продолжительности импульса [16]. Со-

#### Для корреспонденции:

Балалин Сергей Викторович,  
д-р мед наук, зав. научным отделом  
ORCID ID: 0000-0002-5250-3692  
E-mail: s.v.balalin@gmail.com

гласно клеточной теории, после воздействия СЛТ посредством выделения медиаторов воспаления происходит миграция макрофагов, фагоцитирующих пигмент, продукты обмена клеток, эксфолиативные отложения, что очищает зону трабекулы от дебриса и увеличивает ее проницаемость для водянистой влаги. Также данная технология индуцирует экспрессию и секрецию ИЛ-1 $\beta$  (интерлейкин 1 бета) и TNF- $\alpha$  (фактор некроза опухоли альфа) в первые 8 ч после СЛТ. Эти цитокины инициируют ремоделирование юкстаканаликулярного экстрацеллюлярного матрикса, что приводит к улучшению оттока ВГЖ [17, 18]. Процедура СЛТ по М.А. Latina щадящая, при этом крупные гранулы не дефрагментируются [19, 20]. Эффективность процедуры подтверждена многочисленными исследованиями [21–24]. Изучение предикторов успеха разными авторами выявило отсутствие связи эффективности СЛТ с возрастом, полом, степенью пигментации угла передней камеры (УПК). Отмечена зависимость от уровня предоперационного ВГД и количества инстиллируемых гипотензивных лекарственных препаратов: использование более двух является нежелательным из-за риска некомпенсации ВГД после СЛТ [25, 26]. Предложено использовать данную лазерную технологию как вмешательство первой линии в лечении глаукомы, что обусловлено сохранением при этой методике собственных путей оттока жидкости. Кроме того, процедура снижает количество инстилляций гипотензивных препаратов [27]. Снижение ВГД, по мнению разных авторов, может достигать от 6,9 до 35,9% [20, 22, 23, 28]. Исследования авторов показали успешность повторного лечения, сравнимую с первичными результатами СЛТ, что говорит о сохранности структуры трабекулы [18, 29]. Также отсутствие коагуляционного некроза после СЛТ доказано гистологическими исследованиями *in vitro* на кадаверных глазах [16, 30]. Безопасность метода изучалась изоли-

рованно и в сравнении с другими методами не только авторами, но и сторонними исследователями, подтверждена при проведении в случае ПОУТ, включая случаи повторного и билатерального выполнения [4, 31].

Дальнейшая разработка методики привела к формированию разных вариантов ее исполнения. Е.С. Иванова, Н.Р. Туманян, Т.С. Любимова, Э.А. Субхангулова (2012) для максимального очищения трабекулярной мембраны и улучшения оттока ВГЖ предложили применять селективную лазерную активацию трабекулы (СЛАТ). Оптимальными параметрами СЛАТ являются размеры операционной зоны в диапазоне 90–120° (в среднем 100°) и число наносимых импульсов в пределах 80–100. По данным авторов, в сравнении с СЛТ, СЛАТ обеспечивает максимальное очищение трабекулярной сети УПК за счет большего количества «выбитого» в ходе операции пигмента, в 1,5–2 раза более выраженный и продолжительный гипотензивный эффект и в 2,6 раза меньшее число послеоперационных воспалительных реакций [32].

При надпороговой СЛТ подбирается минимальная энергия, вызывающая эффект образования микрокавитационных пузырьков, а также дефрагментации крупных гранул пигмента, «выбивания» («встряхивания») пигмента с трабекулярной сети. Начальный уровень энергии при данной модификации СЛТ, по данным авторов, составляет 0,3 мДж, затем ее повышают на 0,1 мДж до порогового эффекта – появления микрокавитационных пузырьков («брызги шампанского»). Затем повышают энергию на 0,1 мДж до минимального значения, при котором отмечается эффект «выбивания» («встряхивания») пигмента с трабекулярной мембраны, дефрагментации крупных гранул пигмента. Значение энергии при надпороговой СЛТ выше установленного порога всего на 0,1–0,2 мДж. Данный метод, кроме фототермолизиса, способствует высвобождению гранул пигмента из трабекулярной сети [33, 34].

Другой предложенный метод – лазерная активация трабекулы (ЛАТ), предполагает нанесение 50–60 аппликаторов на зону трабекулы в проекции шлеммова канала по окружности 180° Nd:YAG-лазером с длиной волны 1064 нм, диаметром пятна 8–10 мкм, мощностью 0,8–1,1 мДж и экспозицией 3 нс. Согласно мнению авторов, гипотензивный эффект после ЛАТ менее стабилен, чем после СЛТ [35].

При рассмотрении безопасности проведения СЛТ не может не возникнуть вопрос о величине энергии лазера, не оказывающей повреждающего влияния на трабекулярную ткань. В этой связи стоит обратиться к исследованию, опубликованному в 2015 г. группой авторов – J.R. SooHoo, L.K. Seibold, D.A. Ammar, M.Y. Kahook [36]. В работе были описаны результаты микроскопии препаратов ткани трабекулы после СЛТ, произведенной в разных энергетических значениях: 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 1,2 и 2,0 мДж. СЛТ выполнялась на Nd:YAG-лазере с длиной волны 532 нм, величиной пятна 400 мкм. В качестве методов исследования применялись световая микроскопия, сканирующая электронная микроскопия и трансмиссионная электронная микроскопия. Исследование образцов с помощью световой микроскопии показало после СЛТ интактные трабекулярные ткани, аналогичные тем, которые наблюдались в необработанных срезах. На снимках трансмиссионной электронной микроскопии были видны участки с экстрацеллюлярными гранулами частично разрушенного пигмента. Эти изменения зафиксированы при энергии 0,7 мДж и обнаруживались во всех препаратах, вне зависимости от присутствия или отсутствия в ходе СЛТ видимых «пузырьков шампанского». Сканирующая электронная микроскопия образцов СЛТ, обработанных при 2,0 мДж, показала деструкцию трабекулярной ткани с «закручиванием» трабекулярных пластинок по краям пятна аппликации. Исследование показало, что при СЛТ, выполненной при воздействии энер-

гии лазера от 2,0 мДж и выше, происходит разрушение ткани трабекулы и это никак не связано с фиксацией «пузырьков шампанского» в ходе лазерного вмешательства.

В литературе имеются данные о случаях реактивной гипертензии в раннем послеоперационном периоде после выполнения классической СЛТ [27, 32]. Также известно, что воздействие энергии лазера на трабекулярную сеть и пограничные ткани может привести к кератопатии, однако это очень редкое осложнение, в большинстве случаев заканчивающееся полным восстановлением состояния роговицы через 1 мес. после вмешательства [37–39].

## ЦЕЛЬ

Оценить клиническую эффективность и безопасность надпороговой СЛТ как первого этапа комплексного энергетического хирургического лечения начальной стадии ПОУТ у пациентов с катарактой на фоне псевдоэксфолиативного синдрома.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследовании проанализированы результаты надпороговой СЛТ у 48 пациентов с начальной стадией глаукомы и осложненной катарактой на фоне псевдоэксфолиативного синдрома. Через месяц у всех пациентов был проведен второй этап: фактоэмульсификация катаракты с фемтоассистенцией с имплантацией интраокулярной линзы (ИОЛ) и выполнении гидродинамического трабекулоклининга. В данной работе анализируются результаты первого этапа – надпороговой СЛТ. Возраст пациентов: от 42 до 84 лет. Среднее значение возраста пациентов составило  $66,4 \pm 0,8$  года. Среди пациентов были 22 (45,8%) мужчины, 26 (54,2%) женщины. У всех пациентов был выявлен псевдоэксфолиативный синдром.

Всем пациентам в рамках стандартного предоперационного обследования и через месяц после над-

пороговой СЛТ выполнялись визометрия, статическая периметрия, оптическая когерентная томография диска зрительного нерва (ДЗН), тонометрия, тонография, исследовалась плотность эндотелиальных клеток. По данным статической периметрии (периметр Humphrey, Carl Zeiss Meditec, модель 745i, стратегия SITA-Standard, тест 30-2, стимул белого цвета) анализировали основные показатели: MD (mean deviation; среднее отклонение), характеризует среднее снижение светочувствительности; PSD (pattern standard deviation; паттерн стандартного отклонения)/LV (loss variance; дисперсия потери светочувствительности), характеризует выраженность локальных дефектов. На основании полученных данных проводили анализ локализации дефектов поля зрения и характера снижения светочувствительности.

При гониоскопии выполнялась фоторегистрация УПК. При гониоскопии отмечалась умеренная степень пигментации на 16 глазах (33,3%), выраженная степень пигментации – на 32 глазах (66,7%).

По данным ультразвуковой биомикроскопии глаза отмечалась I–II степень псевдоэксфолиативного синдрома.

При надпороговой СЛТ подбиралась минимальная энергия, вызывающая эффект образования «микрокавитационных пузырьков», а также дефрагментации крупных гранул пигмента, «выбивания» («встряхивания») пигмента с трабекулярной сети. Применяли начальный уровень энергии 0,3 мДж, затем ее повышали на 0,1 мДж до порогового эффекта – появление микрокавитационных пузырьков («брызги шампанского»). Затем повышали энергию на 0,1–0,2 мДж до получения эффекта «выбивания» («встряхивания») пигмента с трабекулярной мембраны, дефрагментации крупных гранул пигмента [33, 34].

Для оценки послеоперационного состояния больных ПОУТ принимались во внимание следующие критерии: наличие или отсутствие клинически значимой послеопера-

ционной воспалительной реакции (инъекция, болезненность при пальпации в проекции цилиарного тела, воспалительный выпот в переднюю камеру), наличие либо отсутствие реактивной послеоперационной гипертензии.

Критериями включения пациентов в группу для проведения надпороговой СЛТ при наличии ПОУТ на фоне псевдоэксфолиативного синдрома являлись:

- открытый УПК глаза с наличием 2-й и 3-й степени пигментации;
- снижение повышенного офтальмотонуса до толерантного ВГД на фоне применения лекарственных средств, уменьшающих продукцию, ВГЖ (β-адреноблокаторы, ингибиторы карбоангидразы).

Критерием исключения являлось применение простагландинов и адреномиметиков в составе гипотензивной терапии. Данный критерий исключения был введен в силу того, что аналоги простагландинов F-2α и α2-адреномиметики снижают ВГД за счет улучшения оттока водянистой влаги по увеосклеральному пути и поэтому не позволяют точно определить значения коэффициента легкости оттока у больных глаукомой до проведения СЛТ.

Пациенты наблюдались в первые сутки после операции и через 1 мес. после надпороговой СЛТ. У всех пациентов вторым этапом выполнялась через 1 мес. после надпороговой СЛТ фемтолазер-ассистированная фактоэмульсификация катаракты с трабекулоклинингом и имплантацией ИОЛ. Анализ результатов в данной работе посвящен безопасности и эффективности надпороговой СЛТ как первого этапа в лечении больных с начальной стадией ПОУТ и катарактой на фоне псевдоэксфолиативного синдрома.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Исходный уровень истинного ВГД (PO) до назначения медикаментозной терапии у больных с начальной стадией ПОУТ составлял  $22,1 \pm 3,2$  мм рт.ст. В

Таблица 1

Средние значения клинико-функциональных показателей до надпороговой селективной лазерной трабекулопластики (СЛТ) на фоне медикаментозного лечения (48 глаз),  $M \pm \sigma$

Table 1

Average clinical-functional preoperative values before selective laser trabekuloplasty (SLT) against the background of medical treatment, (48 eyes),  $M \pm \sigma$

| Показатели<br>Indicators   | До надпороговой СЛТ<br>To supratheresholdSLT | Через 1 мес.<br>после надпороговой СЛТ<br>After 1 month<br>after suprathereshold SLT | T     | P     |
|--|--|--|-------|-------|
| Острота зрения<br>Visual acuity  | 0,3±0,1                                      | 0,32±0,11  | 0,95  | >0,05 |
| Площадь ДЗН,<br>Area of the optic disc, СДЗН (мм <sup>2</sup> )                                    | 1,88±0,24                                    | 1,86±0,26  | 0,39  | >0,05 |
| Площадь экскавации ДЗН,<br>Excavation area, Sэ (мм <sup>2</sup> )                                  | 0,87±0,2*                                    | 0,75±0,18**  | 3,1   | <0,05 |
| Отношение площади экскавации к площади ДЗН,<br>Excavation area / area of the optic disc, S э/S дзн | 0,46±0,1*                                    | 0,4±0,11**   | 2,8   | <0,05 |
| Слой нервных волокон сетчатки,<br>Retinal nerve fiber layer, СНВС, мкм                             | 57,9±4,9                                     | 58,2±5,1   | 0,29  | >0,05 |
| MD, dB   | -6,3±0,4*                                    | -5,2±0,4**   | 13,58 | <0,01 |
| PSD, dB  | 4,6±0,4*                                     | 3,5±0,5**  | 12,2  | <0,01 |
| ВГД, мм рт. ст.<br>IOP, mmHg   | 21,8±2,1*                                    | 19,0 ± 1,79**  | 7,18  | <0,01 |
| P <sub>0</sub> , мм рт. ст.<br>P <sub>0</sub> , mm Hg  | 16,3 ± 2,6*                                  | 14,4 ± 1,8**   | 6,2   | <0,01 |
| C, мм <sup>3</sup> /мм рт.ст.*мин<br>C, mm <sup>3</sup> /mm Hg* min                                | 0,12 ± 0,03*                                 | 0,16 ± 0,03**  | 8,2   | <0,01 |
| F, мм <sup>3</sup> /мин<br>F, mm <sup>3</sup> /min   | 0,85 ± 0,14*                                 | 1,1 ± 0,12**   | 9,2   | <0,01 |
| КБ<br>P <sub>0</sub> /C  | 146 ± 26,8*                                  | 88,2 ± 24,4**  | 5,23  | <0,01 |
| ПЭК, кл/мм <sup>2</sup><br>ECD, cells / mm <sup>2</sup>  | 2243 ± 366                                   | 2198±290   | 0,67  | >0,05 |

Примечание: \* и \*\* – различия между средними значениями статистически достоверны (t>2,0; p<0,05).

таблице 1 представлены средние значения клинико-функциональных показателей у больных с начальной стадией ПОУТ на фоне медикаментозной терапии (до) и через 1 мес. после проведения надпороговой СЛТ. На фоне медикаментозного лечения отмечено снижение ВГД на 26,3% от исходного уровня – до 16,3±2,6 мм рт.ст. После надпороговой СЛТ на фоне медикаментозного лечения был достигнут дополнительный гипотензивный эффект – среднее значение истинного офтальмотонуса снизилось до 14,4±1,8 мм рт.ст. В итоге повышенное

ВГД было снижено на 34,8% от исходного уровня. Отмечалось достоверное улучшение показателей гидродинамики глаза: значение коэффициента легкости оттока ВГЖ увеличилось на 33,3% – с 0,12 до 0,16 мм<sup>3</sup>/мм рт.ст.:-мин (p<0,05).

Снижение ВГД характеризовалось достоверным уменьшением площади экскавации ДЗН и отношения площади экскавации к площади ДЗН с 0,46±0,1 до 0,4±0,11 (t=2,8; p<0,05), а также улучшением зрительных функций. Средние значения показателей статической пери-

метрии MD и PSD достоверно улучшились (p<0,01).

Необходимо отметить, что средние значения энергии выполнения надпороговой СЛТ отличались между группой с умеренной степенью пигментации трабекулярной сети (16 глаз) и группой с выраженной степенью пигментации (32 глаза) и составили соответственно 0,57±0,05 и 0,53±0,06 мДж (M±σ). Различия между средними значениями было статистически достоверно (t=2,4; p<0,05). При этом максимальное значение лазерной энергии не превышало 0,7 мДж.



Таблица 2

**Средние значения показателей колориметрического анализа пигментации трабекулярной сети до и после надпороговой СЛТ у больных ПОУГ (48 глаз)**

Table 2

**Average values of the colorimetric analysis of the pigmentation of the trabecular network before and after suprathereshold SLT in patients with primary open-angle glaucoma (48 eyes)**

| Группа<br>Group        | Показатель колориметрического анализа<br>Colorimetric Analysis values |       |                    |     |                   |     |
|------------------------|---|-------|--------------------|-----|-------------------|-----|
|                        | R (красный, red)  |       | G (зеленый, green) |     | B (голубой, blue) |     |
|                        | М   | ±m    | М                  | ±m  | М                 | ±m  |
| До СЛТ<br>Before SLT   | 178,9   | 8,4   | 140,7              | 7,9 | 102,8             | 5,8 |
| После СЛТ<br>After SLT | 208   | 7,9   | 162,4              | 7,3 | 121,2             | 5,7 |
| t                      | 2,5   | 2,2   | 2,3                |     |                   |     |
| p                      | <0,05   | <0,05 | <0,05              |     |                   |     |



**Рис. 1.** Пигментация трабекулярной мембраны шлеммова канала до (а) и после (б) надпороговой СЛТ

**Fig. 1.** Pigmentation of the Trabecular membrane of the Shlemm Canal before (a) and after (b) the supratreshhold SLT

Через 1 мес. после надпороговой СЛТ замена комбинированной терапии у 18 пациентов (18 глаз) на монотерапию была достигнута на 11 глазах (в 61,1% случаев). Отмена гипотензивных лекарственных препаратов в группе пациентов с монотерапией (30 глаз) после надпороговой СЛТ отмечалась на 6 глазах (в 20% случаях), реактивной гипертензии после СЛТ не отмечено ни в одном случае наблюдения после надпороговой СЛТ.

При гониоскопии через 1 мес. после операции выполнена фоторегистрация УПК глаза. С помощью графического редактора Paint и полученных фотоснимков проводилась сравнительная колориметрическая оценка пигментации трабекулярной сети до и после надпороговой СЛТ у больных ПОУГ. Для этого определялись значения показателей колориметрического анализа (R, G, B). Были получены средние значения показателей колориметрического анализа

R, G, B до и после СЛТ. Далее проводился расчет изменения степени окрашивания структур УПК глаза и сравнения значений между собой. После СЛТ по шкале от 0 до 255 (от темного к светлому) отмечено увеличение средних значений показателей колориметрического анализа R, G, B: R – 208, G – 162,4, B – 121,2. Уменьшение интенсивности красного цвета (R) составило 16,2%, зеленого цвета (G) – 15,4%, синего цвета (B) – 17,9%, что указывало на уменьшение пигментации трабекулярной сети. Данные представлены в *таблице 2*.

Более наглядно изменение в пигментации трабекулярной мембраны шлеммова канала после надпороговой СЛТ представлено на *рисунке 1*.

Клинический пример наглядно демонстрирует изменения УПК при надпороговой СЛТ в значении используемой энергии 0,5 мДж.

Пациент Ф., 67 лет. Диагноз: Первичная открытоугольная Iа глаукома,

псевдоэкзофиативный синдром, начальная катаракта правого глаза. Начальная катаракта левого глаза.

Острота зрения: VOD=0,6 н/к; VOS=0,8 н/к. Показатели гидродинамики до проведения СЛТ на правом глазу на фоне инстилляций 0,5% раствора Тимолола по 1 капле 2 раза в день: P0=17,3 мм рт.ст., C=0,12 мм<sup>3</sup>/мм рт.ст.·мин, F=0,94 мм<sup>3</sup>/мин, КБ=144; на левом глазу: P0=14,3 мм рт.ст., C=0,18 мм<sup>3</sup>/мм рт.ст.·мин, F=0,95 мм<sup>3</sup>/мин, КБ=79.

На *рисунке 2* представлены фотографии УПК на правом глазу до СЛТ: УПК средней ширины открыт, умеренная степень пигментации. Данные колориметрического анализа до СЛТ: R=168, G=142, B=99.

Через месяц после СЛТ показатели гидродинамики на правом глазу улучшились: P0=16,2 мм рт.ст., C=0,14 мм<sup>3</sup>/мм рт.ст.·мин, F=0,95 мм<sup>3</sup>/мин, КБ=79. Отмечалось также улучшение показателей колориметрического анализа: R=206, G=164, B=118 (*рис. 3*).

Таким образом, данные колориметрического анализа доказывают эффективность надпороговой СЛТ в уменьшении степени пигментации трабекулярной мембраны. При этом клинически значимых проявлений воспаления не отмечено ни в одном случае после вмешательства.



**Рис. 2.** Фотоснимок угла передней камеры глаза у пациента Ф., 67 лет, до СЛТ

**Fig. 2.** Photo of the angle of the front eye camera in patient F., 67 years, before SLT



**Рис. 3.** Фотоснимок угла передней камеры у пациента Ф., 67 лет, после надпороговой СЛТ

**Fig. 3.** A photo of the angle of the anterior chamber in patient F., 67 years after supratreshold SLT

Плотность эндотелиальных клеток в послеоперационном периоде находилась в пределах допустимых значений, отклонение от исходных значений не превысило 2%. Различия между средними значениями до и после надпороговой СЛТ было статистически недостоверным ( $t=0,67$ ;  $p>0,05$ ). Также ни в одном случае не отмечено цилиарной инъекации, болезненности при пальпации в проекции цилиарного тела, преципитатов, либо феномена Тиндаля.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, использованные в нашем исследовании средние значения лазерной энергии для надпороговой СЛТ не превышали 0,57 мДж и были в 3,5 раза ниже допустимого значения для проведения классической СЛТ – до 2 мДж. Максимальное значение лазерной энергии при проведении надпороговой СЛТ составило 0,7 мДж, что согласуется с данными исследователей о безопасности лазерной процедуры [36]. Поэтому данные величины лазерной энергии являются с точки зрения проведения методики рекомендованными для выполнения классической СЛТ [19, 36].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования подтвердили клиническую эффективность и безопасность надпорого-

вой СЛТ в лечении начальной стадии ПОУТ как первого этапа у пациентов с катарактой на фоне псевдоэкссфолиативного синдрома. Повышенное ВГД было снижено на 34,8%, коэффициент легкости оттока водянистой влаги улучшился на 33,3%. В результате наблюдений в течение 1 мес. после операции не было отмечено клинически значимых проявлений воспалительного процесса. Также не отмечено реактивных гипертензий, но определялось достоверное снижение ВГД и улучшение показателей гидродинамики глаза после проведенного лечения. Надпороговая СЛТ улучшает отток ВГЖ за счет фототермолиза пигментных гранул, а также выведения пигмента из трабекулярной сети, создает лучшие условия для последующего их удаления при выполнении через месяц второго этапа лечения: фактоэмульсификации катаракты с фемтоассистенцией с имплантацией ИОЛ и проведении гидродинамического трабекулоклининга.

Надпороговая СЛТ является эффективным и безопасным методом первого этапа лечения начальной стадии ПОУТ у пациентов с катарактой на фоне псевдоэкссфолиативного синдрома.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Tsai JC. Medication adherence in glaucoma, approaches for optimizing patient compliance. *Curr Opin Ophthalmol.* 2006;17: 190–195. doi:10.1097/01.icu.0000193078.47616.aa.
2. Abdelrahman AM. Noninvasive Glaucoma Procedures, Current Options and Future Innovations.

*Middle East Afr J Ophthalmol.* 2015;22(1): 2–9. doi:10.4103/0974-9233.148342.

3. Day DG, Sharpe ED, Atkinson MJ, Stewart JA, Stewart WC. The clinical validity of the treatment satisfaction survey for intraocular pressure in ocular hypertensive and glaucoma patients. *Eye (Lond).* 2006;20(5): 583–590.
4. Hong BK, Winer JC, Martone JF, Wand M, Altman B, Shields B. Repeat selective laser trabeculoplasty. *J Glaucoma.* 2009;18: 180–183. doi:10.1097/IJG.0b013e31817eee0b.
5. Краснов М.М., Акопян В.С., Ильина Т.С. Лазерное лечение первичной открытоугольной глаукомы. *Вестник офтальмологии.* 1982;5: 18–22. [Krasnov MM, Akopyan VS, Il'ina TS. Lazernoe lechenie pervichnoi otkrytougol'noi glaukomy. *Vestnik oftal'mologii.* 1982;5: 18–22. (In Russ.).]
6. Worsten DM, Wicham MG. Argon laser trabeculotomy. *American Academy of ophthalmology and otolaryngology.* 1974;78: 674–678.
7. Wise JB, Witter SL. Argon laser therapy for open-angle glaucoma: a pilot study. *Arch of Ophthalmol.* 1979;97: 319–322. doi:10.1001/archophth.1979.01020010165017.
8. The Glaucoma Laser Trial (GLT) and glaucoma laser trial follow-up study: 7. Results. *Glaucoma Laser Trial Research Group. Am J Ophthalmol.* 1995;120: 718–731. doi:10.1016/s0002-9394(14)72725-4.
9. Odberg T, Sandvik L. The medium and long-term efficacy of primary argon laser trabeculoplasty in avoiding topical medication in open angle glaucoma. *Acta Ophthalmol Scand.* 1999;77(2): 176–181. doi:10.1034/j.1600-0420.1999.770212.x.
10. Alexander RA, Grierson I, Church WH. The effect of argon laser trabeculoplasty upon the normal trabecular meshwork. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 1989;27: 72–77. doi:10.1007/BF02169830.
11. Melamed S, Pei J, Epstein DL. Short-term effects of argon laser trabeculoplasty in monkeys. *Arch Ophthalmol.* 1985;103: 1546–1552.
12. Rodrigues MM, Spaeth GL, Donohoo P. Electron microscopy of argon laser therapy in phakic open-angle glaucoma. *Ophthalmology.* 1982;89: 198–210. doi:10.1016/s0161-6420(82)34806-x.
13. Ticho U, Zauberman H. Argon laser application to the angle structures in the glaucomas. *Arch Ophthalmol.* 1976;94(1): 61–64. doi:10.1001/archophth.1976.03910030023007.
14. Giacconi JA, Moore DB, Seibold LK. Laser trabeculoplasty: ALT vs SLT. *American Academy of Ophthalmology EyeWiki.* 2015.
15. Fisseha AA. Safety and Efficacy of SLT vs ALT – Short and Longer Term Perspectives. *JOJ Ophthalmol.* 2018;6(3): 555687. doi:10.19080/JOJ.2018.06.555687.
16. Kramer TR, Noecker RJ. Comparison of the morphologic changes after selective laser trabeculoplasty and argon laser trabeculoplasty in human eye bank eyes. *Ophthalmology.* 2001;108(4): 773–779. doi:10.1016/s0161-6420(00)00660-6.
17. Bradley JM, Anderssohn AM, Colvis CM, Parshey DE. Mediation of laser trabeculoplasty-induced matrix metalloproteinase expression by IL-1beta and TNF-alpha. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2000;41(2): 422–430.
18. Goyal S, Beltran-Agullo L, Rashid S, Shah SP, Nath R, Obi A, Lim KS. Effect of primary selective laser

trabeculoplasty on tonographic outflow facility: a randomised clinical trial. *Br J Ophthalmol.* 2010;94(11): 1443–1447. doi:10.1136/bjo.2009.176024.

19. Latina MA, Sibayan SA, Shin DH, Noecker RJ, Mavellino G. Q-switched 532-nm Nd:YAG laser trabeculoplasty (Selective laser trabeculoplasty). A multicenter, pilot, clinical study. *Ophthalmology.* 1998;105(11): 2082–2090. doi:10.1016/S0161-6420(98)91129-0.

20. Latina MA, Park CH. Selective targeting of trabecular meshwork cells: in vitro studies at pulsed and CW laser interactions. *Exp Eye Res.* 1995;60: 359–371. doi:10.1016/S0014-4835(05)80093-4.

21. Rhodes KM, Weinstein R, Saltmann RM, Aggarwal N. Intraocular pressure reduction in the untreated fellow eye after selective laser trabeculoplasty. *Curr Med Res Opin.* 2009;25(3): 787–796. doi:10.1185/03007990902728316

22. Lee R, Hatnik Cindi ML. Projected cost comparison of selective laser trabeculoplasty versus glaucoma medications in the Ontario Health Insurance Plan. *Can J Ophthalmol.* 2006;41(4): 419–420.

23. Wong MO, Lee JW, Choy BN, Chan JCH, Lai JSM. Systematic review and metaanalysis on the efficacy of selective laser trabeculoplasty in openangle glaucoma. *Surv Ophthalmol.* 2015;60: 36–50. doi:10.1016/j.survophthal.2014.06.006.

24. Lee JW, Chan CW, Wong MO, Chan JC, Li Q, Lai JS. A randomized control trial to evaluate the effect of adjuvant selective laser trabeculoplasty versus medication alone in primary open-angle glaucoma, preliminary results. *Clin Ophthalmol.* 2014;8: 1987–1992. doi:10.2147/OPTH.S70903.

25. Mao AJ, Pan XJ, McIlraith I, Chan JCH, Li Q, Lai J. Development of a prediction rule to estimate the probability of acceptable intraocular pressure reduction after selective laser trabeculoplasty in open-angle glaucoma and ocular hypertension. *J Glaucoma.* 2008;17: 449–454. doi:10.1097/IJG.0b013e31815f52cb.

26. Lee JW, Liu CC, Chan JC, Lai JS. Predictors of success in selective laser trabeculoplasty for normal

tension glaucoma. *Medicine.* 2014;93: 236. doi:10.1097/MD.0000000000000238.

27. Курышева Н.И., Южакова О.И., Трубилин В.Н. Селективная лазерная трабекулопластика в лечении псевдоэкзофолиативной глаукомы. *Глаукома.* 2006;1: 20–24. [Kuryshva NI, Yuzhakova OI, Trubilin VN. Selective laser trabeculoplasty in the treatment of pseudoexfoliation glaucoma. *Glaukoma.* 2006;1: 20–24. (In Russ.).]

28. Lai JS, Chua JK, Tham CC, Lam DSC. Five-year follow up of selective laser trabeculoplasty in Chinese eyes. *Clin Exp Ophthalmol.* 2004;32: 368–372. doi:10.1111/j.1442-9071.2004.00839.x.

29. McAlinden C. Selective laser trabeculoplasty (SLT) vs other treatment modalities for glaucoma: systematic review. *Eye (Lond).* 2014;28: 249–258.

30. Cornejo DV, Gamboa WL, Quiroz JH, Villacorta RA, Crisanto LC, Albino VV, Dávalos NP. Micropulse laser trabeculoplasty as an adjuvant treatment for uncontrolled open angle glaucoma. *New Front Ophthalmol.* 2017;4. doi:10.15761/NFO.1000187.

31. Кремкова Е.В., Новодерезкин В.В., Рабаданова М.Г. Особенности новых возможностей лазерной коррекции первичной открытоугольной глаукомы. *Клиническая геронтология.* 2016;22(9): 41–42. [Kremkova EV, Novoderezhkin VV, Rabadanova MG. Osobennosti novykh vozmozhnostei lazernoj korrektsii pervichnoi otkrytougol'noi glaukomy. *Klinicheskaya gerontologiya.* 2016;22(9): 41–42. (In Russ.).]

32. Иванова Е.С., Туманян Н.Р., Любимова Т.С., Субхангулова Э.А. Селективная лазерная активация трабекулы в лечении пациентов с первичной открытоугольной глаукомой. *Вестник ОГУ.* 2012;12(148): 65–68. [Ivanova ES, Tumanyan NR, Lyubimova TS, Subkhangulova EA. Selektivnaya lazernaya aktivatsiya trabekuly v lechenii patsientov s pervichnoi otkrytougol'noi glaukomomoi. *Vestnik OGU.* 2012;12(148): 65–68. (In Russ.).]

33. Балалин С.В., Фокин В.П. Надпороговая СЛТ в лечении больных открытоугольной глаукомой

на фоне псевдоэкзофолиативного синдрома. *Вестник ТГУ.* 2014;19(4): 1083–1085. [Balalin SV, Fokin VP. Nadporogovaya SLT v lechenii bol'nykh otkrytougol'noi glaukomoi na fone psevdocksfoliativnogo sindroma. *Vestnik TGU.* 2014;19(4): 1083–1085. (In Russ.).]

34. Фокин В.П., Борискина Л.Н., Балалин С.В. Толерантность и интолерантность зрительного нерва при первичной открытоугольной глаукомой. *Волгоград.* 2016. [Fokin VP, Borisкина LN, Balalin SV. Tolerantnost' i intolerantnost' zritel'nogo nerva pri pervichnoi otkrytougol'noi glaukomeyu. *Volgograd.* 2016. (In Russ.).]

35. Соколовская Т.В., Дога А.В., Магарамов Д.А., Кочеткова Ю.А. YAG-лазерная активация трабекулы в лечении больных первичной открытоугольной глаукомой. *Офтальмохирургия.* 2014;1: 47. [Sokolovskaya TV, Doga AV, Magaramov DA, Kochetkova YuA. YAG laser activation of trabecula in treatment of patients with primary open-angle glaucoma. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery.* 2014;1: 47. (In Russ.).]

36. SooHoo JR, Seibold LK, Ammar DA, Kahook MY. Ultrastructural Changes in Human Trabecular Meshwork Tissue after Laser Trabeculoplasty. *J Ophthalmol.* 2015;2015:476138. doi:10.1155/2015/476138.

37. Bovell AM, Damji KF, Hodge WG, Rock WJ, Buhmann RR, Pan YL. Long term effects on the lowering of intraocular pressure: selective laser or argon laser trabeculoplasty? *Can J Ophthalmol.* 2011;46: 408–413. doi:10.1016/j.jco.2011.07.016.

38. Ong K, Ong L, Ong LB. Corneal endothelial abnormalities after selective laser trabeculoplasty (SLT). *J Glaucoma.* 2015;24(4): 286–290. doi:10.1097/IJG.0b013e3182946381.

39. Lee JW, Chan JC, Chang RT, Singh K, Liu CC, Gangwani R, Wong MOM, Lai JSM. Corneal changes after a single session of selective laser trabeculoplasty for open-angle glaucoma. *Eye (Lond).* 2014;28(1): 47–52.

Поступила 08.12.2019

## КНИГИ



Байбородов Я.В.

### Хирургия патологии витреомакулярного интерфейса

Хирургия патологии витреомакулярного интерфейса / Я.В. Байбородов, Л.И. Балашевич. — М.: Офтальмология, 2019. — 180 с.: ил.

Монография посвящена проблеме патологии витреомакулярного интерфейса, вызываемой витреальными тракциями и проявляющейся в виде эпиретинального фиброза, макулярных рывов и макулярного отека. Рассмотрены варианты течения макулярного тракционного синдрома, а также методы хирургического лечения данной патологии. Авторы излагают разработанную ими концепцию дифференцированного подхода к объекту хирургических вмешательств в зоне витреомакулярного интерфейса в зависимости от типа и стадии проявления синдрома. Для офтальмологов, витреоретинальных хирургов, аспирантов и клинических ординаторов.

Адрес издательства «Офтальмология»: 127486, Москва, Бескудниковский бульвар, д. 59А.  
Тел.: 8 (499) 488-89-25. Факс: 8 (499) 488-84-09.  
E-mail: publish\_mntk@mail.ru