



CORNEAL ENDOTHELIUM AFTER LASER ACTIVATION OF TRABECULAR MESHWORK IN PATIENTS WITH PRIMARY OPEN-ANGLE GLAUCOMA

© V.N. Yashina, T.V. Sokolovskaya, P.L. Volodin

S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Moscow, Russia

For citation: Yashina VN, Sokolovskaya TV, Volodin PL. Corneal endothelium after laser activation of trabecular meshwork in patients with primary open-angle glaucoma. *Ophthalmology Journal*. 2019;12(3):7-11. <https://doi.org/10.17816/OV10889>

Received: 16.01.2019

Revised: 06.02.2019

Accepted: 17.09.2019

✦ **Background.** Nowadays, laser surgery methods for glaucoma treatment gained wide use in clinical practice due to their efficacy, safety, and minimal risk of postoperative complications. In the scientific literature, data are presented on the effect of laser radiation on corneal endothelial cells that is why this aspect should be investigated when using new laser technologies in glaucoma treatment. One of the most modern methods of corneal examination is confocal microscopy, which allows visualizing corneal tissue at cellular level. **Purpose:** to study the impact of laser radiation on the state of corneal endothelial cells in YAG-laser activation of trabecular meshwork in patients with primary open-angle glaucoma. **Materials and methods.** Sixteen eyes of 15 patients were included in the analysis. The mean age of patients was 65.8 ± 5.35 years. In all patients, YAG-laser activation of trabecular meshwork was performed. At different follow-up terms (up to 6 months after laser surgery) the level of IOP was controlled, the state of corneal endothelium was studied using confocal microscopy. **Results.** According to dynamic follow-up confocal microscopy results, no statistically significant difference between average density of endothelial cells, polymegathism, and pleomorphism have been identified ($p > 0.05$). **Conclusion.** The study did not reveal any negative impact of YAG-laser activation of trabecular meshwork on the endothelium of the cornea, suggesting the safety of this technology.

✦ **Keywords:** primary open-angle glaucoma; YAG-laser activation of trabecular meshwork; corneal endothelium; confocal microscopy.

СОСТОЯНИЕ ЭНДОТЕЛИЯ РОГОВИЦЫ ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОЙ АКТИВАЦИИ ТРАБЕКУЛЫ У ПАЦИЕНТОВ С ПЕРВИЧНОЙ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМОЙ

© В.Н. Яшина, Т.В. Соколовская, П.Л. Володин

ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр «Межотраслевой научно-технический комплекс «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Фёдорова» Минздрава России, Москва

Для цитирования: Яшина В.Н., Соколовская Т.В., Володин П.Л. Состояние эндотелия роговицы после лазерной активации трабекулы у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой // Офтальмологические ведомости. — 2019. — Т. 12. — № 3. — С. 7–11. <https://doi.org/10.17816/OV10889>

Поступила: 16.01.2019

Одобрена: 06.02.2019

Принята: 17.09.2019

✦ **Введение.** Благодаря эффективности, безопасности и минимальному риску послеоперационных осложнений в настоящее время широкое применение в клинической практике получили лазерные методы лечения глаукомы. В научной литературе представлены данные о влиянии лазерного излучения на эндотелиальные клетки роговицы, поэтому этот аспект необходимо исследовать при использовании новых лазерных технологий в лечении глаукомы. Одним из наиболее современных методов исследования роговицы является конфокальная микроскопия, позволяющая визуализировать ткань роговицы на клеточном уровне. **Цель исследования** — изучить влияние лазерного излучения на состояние эндотелиальных клеток роговицы при YAG-лазерной активации трабекулы у больных первичной открытоугольной глаукомой. **Материалы и методы.** Под наблюдением находились 15 пациентов (16 глаз), средний возраст — $65,8 \pm 5,35$ года. Всем пациентам была проведена YAG-лазерная активация трабекулы. В различные сроки наблюдения (до 6 мес. после лазерного

лечения) контролировали уровень внутриглазного давления, оценивали состояние эндотелия роговицы с помощью конфокальной микроскопии. **Результаты.** Статистически достоверных различий показателей средней плотности эндотелиоцитов, полимегатизма и плеоморфизма по результатам конфокальной микроскопии при динамическом наблюдении установлено не было ($p > 0,05$). **Заключение.** По результатам исследования отрицательного воздействия YAG-лазерной активации трабекулы на эндотелий роговицы не выявлено, что свидетельствует о безопасности данной технологии.

✧ **Ключевые слова:** первичная открытоугольная глаукома; YAG-лазерная активация трабекулы; эндотелий роговицы; конфокальная микроскопия.

In recent years, laser techniques have been widely used in the treatment of primary open-angle glaucoma (POAG) to improve intraocular fluid outflow by activating the trabecular meshwork. These techniques produce minimal damage to the trabecular tissue while being pathogenically oriented [1, 2]. Selective laser trabeculoplasty is most widely used and effectively reduces intraocular pressure (IOP) with minimal risk of complications (Latina, 1995) [3, 4].

Kuryshva et al. (2012) observed the formation of “voids” in the photographs of corneal endothelium an hour after selective laser trabeculoplasty (SLT). They concluded that apoptosis of endothelial cells was accelerated under the influence of laser energy [5].

According to K. Ong (2015), K. Atalay (2016), and N. Örnek et al. (2017), changes in the corneal endothelium after a single SLT session in patients with POAG were temporary, and all endothelial cell parameters returned to preoperative values one month after treatment [6–8].

K.E. Leahy et al. (2018) in a study of six cadaver eyes showed that disruption of tight junctions between corneal endothelial cells was observed after SLT, which could have been caused by the release of free radicals [9].

Thus, the investigation of corneal endothelial cells' state at laser procedures is an urgent scientific problem.

YAG-laser activation of the trabecular meshwork is a new, efficient, and safe technique [10].

It proceeds according to the following mechanism: a “shock wave” is formed above the trabecular surface, which drives the aqueous humor from the anterior chamber and various deposits from the trabecular surface. Therefore, the trabecular slits are “washed” under pressure [1, 2].

Unlike SLT, this technique can be used in patients with POAG regardless of the degree of pigmentation of the drainage zone structures (Fig. 1, 2) [1, 2].

According to T.V. Sokolovskaya et al. (2015), in the long-term postoperative period (follow-up period of up to three years), YAG-laser activation of trabecular meshwork provides a reduction in IOP in 81% of patients with POAG [2]. However, the corneal endothelium state, an important indicator of the laser intervention safety, has to be investigated.

Therefore, we aimed to evaluate the effect of laser radiation in YAG-laser activation of the trabecular meshwork on corneal endothelial cells' state in patients with POAG.



Fig. 1. Low degree of anterior chamber angle pigmentation (gonioscopy)

Рис. 1. Слабая степень пигментации структур угла передней камеры (гониоскопия)

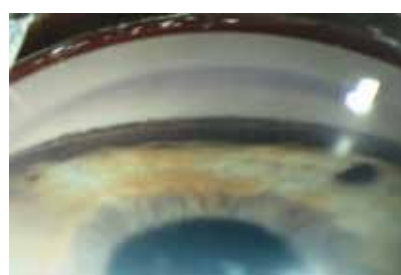


Fig. 2. High degree of anterior chamber angle pigmentation (gonioscopy)

Рис. 2. Выраженная степень пигментации структур угла передней камеры (гониоскопия)

MATERIALS AND METHODS

We monitored 15 patients (16 eyes, 7 men and 8 women aged 53 to 74 years). The average age of patients was 65.8 ± 5.35 years. The initial stage of POAG was noted in 68.8% patients (11 eyes out of 16), and the developed stage was registered in 31.2% patients (5 eyes out of 16).

Before laser treatment, patients used IOP-lowering drops such as beta-blockers (7 eyes, 43.8%), carbonic anhydrase inhibitors (6 eyes, 37.5%), and prostaglandin analogues (3 eyes, 18.7%).

All patients underwent YAG-laser activation of the trabecular meshwork with the NdYAG laser radiation parameters as follows: laser wavelength of 1064 nm; radiation energy of 0.8–1.2 mJ; spot diameter of 8–10 μm ; exposure time of 3 ns; and the number of impacts of 55–70 over 360° at an equal distance from each other. Preoperative preparation included topical local anesthetic instillation (0.4% oxybuprocaine). One hour before surgery, IOP was measured, and confocal microscopy was performed. One hour after the YAG-laser activation of the trabecular meshwork, IOP was measured, eye biomicroscopy and confocal microscopy were performed.

The follow-up time points were at 1 hour, 1 week, 1 month, and 6 months after surgery. In the postoperative period, patients received topical instillations of the non-steroidal anti-inflammatory drug indomethacin (0.1% solution) for 5 days.

The state of endothelial cells was examined using a ConfoScan 4 confocal microscope (Nidek, Japan) after topical local anesthesia was applied using 0.4% oxybuprocaine solution. The study evaluated the average density parameters of endothelial cells in the central area of the cornea, and we documented pleomorphism and polymegathism.

Statistical analysis was performed using the SPSS software package. The statistical significance of the average indicators was assessed using the Student's *t* test.

RESULTS

In our clinical study, no intraoperative complications occurred and there was only one case of reactive hypertension. IOP data at different follow-up time points are shown in Table 1, and confocal microscopy findings are summarized in Table 2.

Table 1 / Таблица 1

Intraocular pressure level (Maklakov tonometry, mm Hg) after YAG-laser activation of trabecular meshwork in primary open-angle glaucoma patients at different follow-up terms ($M \pm \sigma$)

Уровень внутриглазного давления (по Маклакову, мм рт. ст.) после YAG-лазерной активации трабекулы у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой в разные сроки наблюдения ($M \pm \sigma$)

Intraocular pressure level, mm Hg	Before YAG-laser activation of the trabecular meshwork	After YAG-laser activation of the trabecular meshwork			
		1 h	1 week	1 month	6 months
	24.85 ± 5.4	18.5 ± 4.1	20.8 ± 4.9	18.1 ± 2.8	17.9 ± 2.6

Table 2 / Таблица 2

Confocal microscopy indices after YAG-laser activation of trabecular meshwork in primary open-angle glaucoma patients at different follow-up terms ($M \pm \sigma$)

Показатели конфокальной микроскопии после YAG-лазерной активации трабекулы у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой в разные сроки наблюдения ($M \pm \sigma$)

Indices	Before YAG-laser activation of the trabecular meshwork	After YAG-laser activation of the trabecular meshwork			
		1 h	1 week	1 month	6 months
Endothelial cell density	2435.8 ± 159.0	2374.5 ± 150.4	2502.2 ± 247.5	2324.7 ± 235.1	2429.1 ± 163.0
Polymegathism	45.7 ± 10.2	49.5 ± 8.7	48.2 ± 9.1	44.9 ± 8.5	45.1 ± 8.8
Pleomorphism	46.8 ± 10.5	43.6 ± 9.7	44.7 ± 7.7	46.3 ± 7.5	45.5 ± 8.1

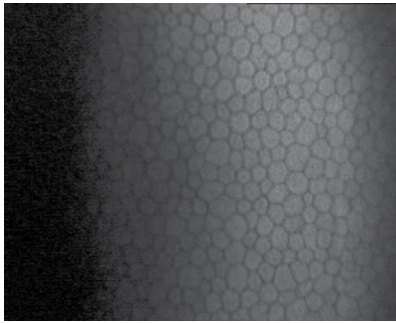


Fig. 3. Confocal microscopy, endothelial cells before YAG-laser activation of trabecular meshwork

Рис. 3. Конфокальная микроскопия, эндотелиальные клетки до YAG-лазерной активации трабекулы

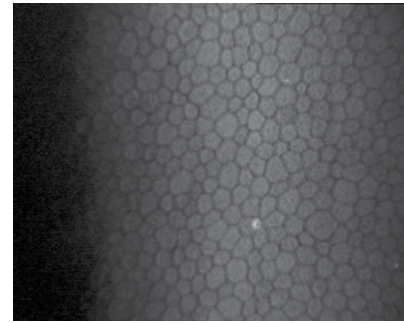


Fig. 4. Confocal microscopy, endothelial cells after YAG-laser activation of trabecular meshwork

Рис. 4. Конфокальная микроскопия, эндотелиальные клетки через 6 мес. после YAG-лазерной активации трабекул

Table 3 / Таблица 3

Automated perimetry and HRT indices after YAG-laser activation of trabecular meshwork in primary open-angle glaucoma patients at different follow-up terms ($M \pm \sigma$)

Показатели компьютерной периметрии и HRT до и после YAG-лазерной активации трабекулы у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой ($M \pm \sigma$)

Indices	Before YAG-laser activation of the trabecular meshwork	6 months after YAG-laser activation of the trabecular meshwork
MD, dB	-6.36 ± 2.81	-6.41 ± 2.74
PSD, dB	5.07 ± 2.17	5.05 ± 2.07
Neuroretinal rim area, mm ²	1.29 ± 0.37	1.31 ± 0.38
Neuroretinal rim volume, mm ³	0.26 ± 0.12	0.30 ± 0.14
Cup to disc ratio	0.59 ± 0.09	0.60 ± 0.09
Mean thickness of the nerve fiber layer, mm	0.17 ± 0.07	0.18 ± 0.09

Note. MD (mean deviation) is the perimetric index characterizing the average deviation of the retinal photosensitivity; PSD (pattern standard deviation) is an integral indicator of local defects.

There were no statistically significant differences in the average density of endothelial cells, pleomorphism or polymegathism during follow-up (Fig. 3, 4).

According to automated perimetry and HRT, there were no adverse changes in the shape or size of the blind spot, no increase in the number of absolute scotomata in the central visual field, no decrease in the neural rim volume, and no increase in the optic disc cup in the patients (Table 3). This indicated that the glaucoma process was stabilized.

DISCUSSION

Our results suggests that YAG-laser activation of the trabecular meshwork has minimal damaging

effects on the corneal endothelial cells due to the low energy parameters of the laser exposure, the very short exposure to the laser impact (3 ns), and a small spot diameter of only 8–10 μm. In contrast, SLT has a much larger spot diameter of 400 μm, which may explain the changes in the corneal endothelial cells in the early period after SLT.

CONCLUSION

Our study shows that the corneal endothelium is not damaged by YAG-laser activation of the trabecular meshwork in POAG patients.

Additional information

There is no conflict of interest.

REFERENCES

1. Соколовская Т.В., Дога А.В., Магарамов Д.А., Кочеткова Ю.А. YAG-лазерная активации трабекулы в лечении больных первичной открытоугольной глаукомой // Офтальмохирургия. – 2014. – № 1. – С. 47–52. [Sokolovskaya TV, Doga AV, Magaramov DA, Kochetkova YA. Yag laser activation of trabecula in treatment of patients with primary open-angle glaucoma. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2014;(1):47-52. (In Russ.)]. doi: <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2014-1-47-52>.
2. Соколовская Т.В., Дога А.В., Магарамов Д.А., Кочеткова Ю.А. Лазерная активация трабекулы в лечении первичной открытоугольной глаукомы // Офтальмохирургия. № 1. – 2015. – С. 27–31. [Sokolovskaya TV, Doga AV, Magaramov DA, Kochetkova YA. Laser activation of trabecula in treatment of primary open-angle glaucoma. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2015;(1):27-31. (In Russ.)]. doi: <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2015-1-27-31>.
3. Latina MA, Sibayan SA, Shin DH, et al. Q-switched 532-nm Nd: YAG laser trabeculoplasty (selective laser trabeculoplasty). *Ophthalmology*. 1998;105(11):2082-2090. doi: [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(98\)91129-0](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(98)91129-0)
4. Нестеров А.П., Егоров Е.А., Новодережкин В.В. Лазерные способы гидродинамической активации оттока ВГЖ // РМЖ. Клиническая офтальмология. – 2005. – Т. 6. – № 1. – С. 16–17. [Nesterov AP, Egorov EA, Novoderezhkin VV. Lazernye sposoby gidrodinamicheskoy aktivatsii ottoka VGZh. *RMZh. Klinicheskaya oftal'mologiya*. 2005;6(1):16-17. (In Russ.)]
5. Курышева Н.И., Рыжков П.К., Топольник Е.В., Капкова С.Г. Состояние эндотелия роговицы после селективной лазерной трабекулопластики // Глаукома. – 2012. – № 2. – С. 38–43. [Kuryшева NI, Ryzhkov PK, Topolnik EV, Kapkova SG. Corneal endothelium after selective laser trabeculoplasty. *Glaukoma*. 2012;(2):38-43. (In Russ.)]
6. Ong K, Ong L, Ong LB. Corneal endothelial abnormalities after selective laser trabeculoplasty (SLT). *J Glaucoma*. 2015;24(4):286-290. doi: <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3182946381>.
7. Atalay K, Kirgiz A, Serefoglu Cabuk K, Erdogan Kaldirim H. Corneal topographic alterations after selective laser trabeculoplasty. *Int Ophthalmol*. 2017;37(4):905-910. doi: <https://doi.org/10.1007/s10792-016-0348-7>.
8. Ornek N, Ornek K. Corneal endothelial changes following a single session of selective laser trabeculoplasty for pseudoexfoliative glaucoma. *Int Ophthalmol*. 2018;38(6):2327-2333. doi: <https://doi.org/10.1007/s10792-017-0730-0>.
9. Leahy KE, Madigan MC, Sarris M, et al. Investigation of corneal endothelial changes post selective laser trabeculoplasty. *Clin Exp Ophthalmol*. 2018;46(7):730-737. doi: <https://doi.org/10.1111/ceo.13172>.
10. Патент РФ на изобретение № 2281743/ 20.08.2006. Бюл. № 23. Магарамов Д.А., Дога А.В. Способ лазерной активации трабекулы для лечения первичной открытоугольной глаукомы. [Patent RUS No. 2281743/ 20.08.2006 Byul. No. 23. Magaramov DA, Doga AV. Sposob lazernoy aktivatsii trabekuly dlya lecheniya pervichnoy otkrytougol'noy glaukomy. (In Russ.)]

Information about the authors

Valeriya N. Yashina — Postgraduate student. S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Moscow, Russia. E-mail: varlusha92@mail.ru.

Tatyana V. Sokolovskaya — Ph.D., Leading Research Associate of Glaucoma Surgery Department. S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Moscow, Russia. E-mail: dr.sokoltv@mail.ru.

Pavel L. Volodin — Med.Sc.D., Head of Retinal Laser Department. S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Moscow, Russia. E-mail: volodinpl@mntk.ru.

Сведения об авторах

Валерия Николаевна Яшина — аспирант отдела хирургии глаукомы. ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр «Межотраслевой научно-технический комплекс «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Фёдорова» Минздрава России, Москва. E-mail: varlusha92@mail.ru.

Татьяна Викторовна Соколовская — канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник отдела хирургии глаукомы. ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр «Межотраслевой научно-технический комплекс «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Фёдорова» Минздрава России, Москва. E-mail: dr.sokoltv@mail.ru.

Павел Львович Володин — д-р мед. наук, заведующий отделом лазерной хирургии сетчатки. ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр «Межотраслевой научно-технический комплекс «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Фёдорова» Минздрава России, Москва. E-mail: volodinpl@mntk.ru.