

# Технические трудности адекватной оценки уровня внутриглазного давления у пациента с глаукомой в отдаленные сроки после кераторефракционной хирургии (клинический случай)

**Кулешова Н.А.**, заведующая лечебно-диагностическим отделением, врач-офтальмолог<sup>1</sup>;

**Коленко О.В.**, д.м.н., директор<sup>1</sup>, заведующий кафедрой офтальмологии<sup>2</sup>,  
профессор кафедры общей и клинической хирургии<sup>3</sup>;

**Сорокин Е.Л.**, д.м.н., профессор, заместитель директора по научной работе<sup>1</sup>,  
профессор кафедры общей и клинической хирургии<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Хабаровский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, 680033, Российская Федерация, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 211.

<sup>2</sup>КГБОУ ДПО «Институт повышения квалификации специалистов здравоохранения» министерства здравоохранения Хабаровского края, 680009, Российская Федерация, Хабаровск, ул. Краснодарская, 9.

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный медицинский университет» Минздрава России, 680000, Российская Федерация, Хабаровск, ул. Муравьева-Амурского, 35.

**Финансирование:** авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.

**Конфликт интересов:** отсутствует.

**Для цитирования:** Кулешова Н.А., Коленко О.В., Сорокин Е.Л. Технические трудности адекватной оценки уровня внутриглазного давления у пациента с глаукомой в отдаленные сроки после кераторефракционной хирургии (клинический случай). *Национальный журнал глаукома*. 2023; 22(1):76–84.

## Резюме

**ЦЕЛЬ.** Демонстрация клинического случая трудностей адекватной оценки уровня внутриглазного давления (ВГД) у пациента с глаукомой в отдаленные сроки после LASIK.

**МЕТОДЫ.** Пациент М., 58 лет. Жалобы на снижение зрения правого глаза вдаль в течение последнего года. В 2004 г. была выполнена операция LASIK по поводу миопии средней степени. В 2018 г. выявлена асимметрия параметров диска зрительного нерва (отношение максимального размера экскавации к диаметру диска (Э/Д)): на OD до 0,7, сужение поля зрения с носовой стороны до точки фиксации; на OS — 0,5, поля зрения без особенностей. Но уровень ВГД на обоих глазах по Маклакову соответствовал среднестатистической норме — 22 мм рт.ст. Был выставлен диагноз: OD — первичная открытоугольная IIA глаукома, OS — первичная открытоугольная IA глаукома. Назначен однократно 0,005% латанопрост в оба глаза.

В последующие годы уровень ВГД составлял 18–20 мм рт.ст. Спустя 4 года уровень ВГД по Маклакову на OD 18 мм рт.ст.,

на OS — 21 мм рт.ст. (на гипотензивном режиме — латанопрост 0,005%). На OD Э/Д 0,85–0,9 с абсолютной скотомой в зоне Бьеррума 5–15° от точки фиксации; на OS Э/Д 0,9 с прорывом нейроретинального пояса снизу, с абсолютной скотомой в зоне слепого пятна. Уточнены стадии первичной открытоугольной глаукомы: OD IIIA, OS IIA.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Выполнена селективная лазерная трабекулопластика. Однако из-за отсутствия полной стабилизации уровня ВГД на однократной инстилляции 0,005% латанопроста добавлен 0,1% бримонидин, после чего уровень ВГД на обоих глазах удалось стабильно снизить до 19 мм рт.ст.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Необходимо тщательно оценивать состояние структур диска зрительного нерва у пациентов после LASIK, невзирая на статистически нормальные значения уровня ВГД.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** кераторефракционные операции, передняя радиальная кератотомия, миопия, глаукома, офтальмотонометрия.

## Для контактов:

Кулешова Наталья Алексеевна, e-mail: [naukakhvmntk@mail.ru](mailto:naukakhvmntk@mail.ru)

## ORIGINAL ARTICLE

# Technical difficulties of adequate assessment of intraocular pressure in a patient with glaucoma in the long term after corneal refractive surgery (clinical case)

**KULESHOVA N.A.**, Head of the Diagnostic and Treatment Department, ophthalmologist<sup>1</sup>;

**KOLENKO O.V.**, Dr. Sci. (Med.), Director<sup>1</sup>, Head of the Academic Department of Ophthalmology<sup>2</sup>, Professor at the Academic Department of General and Clinical Surgery<sup>3</sup>;

**SOROKIN E.L.**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Deputy Head for Scientific Work<sup>1</sup>, Professor at the Academic Department of General and Clinical Surgery<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Khabarovsk branch of S.N. Fedorov National Medical Research Center "MNTK "Eye Microsurgery", 211 Tikhookeanskaya St., Khabarovsk, Russian Federation, 680033;

<sup>2</sup>Postgraduate Institute for Public Health Specialists, 9 Krasnodarskaya St., Khabarovsk, Russian Federation, 680009;

<sup>3</sup>Far-Eastern State Medical University, 35 Muravyova-Amurskogo St., Khabarovsk, Russian Federation, 680000.

**Funding:** the authors received no specific funding for this work.

**Conflicts of Interest:** none declared.

**For citations:** Kuleshova N.A., Kolenko O.V., Sorokin E.L. Technical difficulties of adequate assessment of intraocular pressure in a patient with glaucoma in the long term after corneal refractive surgery (clinical case). *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2023; 22(1):76-84.

## Abstract

**PURPOSE.** To demonstrate a clinical case involving difficulties in adequate assessment of intraocular pressure (IOP) in a patient with glaucoma in the long term after LASIK.

**METHODS.** The study describes the case of patient M. of 58 years old with complaints about decreased distance vision in the right eye during the last year. In 2004 the patient underwent LASIK for moderate myopia. In 2018, asymmetry in the parameters of optic nerve head (size of the optic cup to the optic disc ratio (C/D ratio) was revealed: in the right eye — up to 0.7, narrowing of the visual field from nasal to fixation point; in the left eye — 0.5, visual fields without abnormalities. The IOP measured using the Maklakov method in both eyes corresponded to the average statistical norm — 22 mm Hg. The following diagnosis was established: IIA primary open-angle glaucoma in the right eye, IA primary open-angle glaucoma in the left eye. One-time instillations of latanoprost 0.005% eye drops solution was indicated for both eyes.

In subsequent years the IOP was 18–20 mm Hg. After 4 years, the IOP according to the Maklakov method: OD — 18 mm Hg; OS — 21 mm Hg (on the hypotensive regimen — instillations of latanoprost 0.005% eye drops solution). In the right eye: C/D ratio 0.85–0.9 with absolute scotoma in the Bjerrum area 5–15° from fixation; in the left eye: C/D ratio 0.9 with neuro retinal rim loss from below, with absolute scotoma in the blind spot area. The stages of primary open-angle glaucoma were ascertained: IIIA in the right eye, IIA in the left eye.

**RESULTS.** Selective laser trabeculoplasty was performed. Brimonidine 0.1% solution was added due to the lack of complete stabilization of the IOP level on a single instillation of latanoprost 0.005%, after that IOP decreased to 19 mm Hg in both eyes.

**CONCLUSION.** It is necessary to carefully assess the condition of the structures of the optic nerve head in patients after LASIK, regardless of the statistically normal IOP values.

**KEYWORDS:** corneal refractive surgery, radial keratotomy, myopia, glaucoma, ophthalmotonometry.

**К**ераторефракционная хирургия уже стала повседневной рутинной практикой. В основе подобных вмешательств лежит воздействие на роговицу, направленное на изменение ее преломляющей способности. Одной из первых рефракционных операций была передняя дозированная радиальная кератотомия (ПРК) [1].

За счет выполнения глубоких радиальных над-резов от лимба к центру роговицы с последующим рубцеванием достигалось уплощение роговицы со снижением радиуса ее кривизны в центральной зоне. Это снижало оптическую силу роговицы. В России только в системе МНТК «Микрохирургия глаза» к 2000 г. было выполнено свыше 600 тыс.

операций, а в мире, по данным Всемирной организации здравоохранения, к 2010 г. было произведено от 5 до 5,5 млн. ПРК [2].

Дальнейшее развитие и совершенствование кераторефракционной хирургии отразилось в разработке более прогнозируемых и менее травматичных методик: фоторефракционной кератэктомии (ФРК), лазерного кератомилеза *in situ* (LASIK), а также комбинированного применения эксимерных и фемтосекундных лазеров (Femto-LASIK, FLEX). Наиболее малотравматичным видом данного направления стала лентикулярная хирургия (SMILE\CLEAR), применяемая для коррекции миопии.

В связи с тем, что рефракционные операции направлены лишь на устранение рефракционного компонента миопии, все миопические изменения структур глаза остаются прежними.

Достаточно большая доля пациентов, которым планируется кераторефракционная операция, исходно имеют среднюю либо высокую степень миопии. Это, в свою очередь, сопряжено с изначально сниженной ригидностью склеральной капсулы, удлинённой передне-задней осью (ПЗО). Зачастую в подобных глазах увеличена площадь диска зрительного нерва (ДЗН). Наряду со снижением хориоретинальной гемодинамики, обусловленной растяжением склеральной капсулы, все эти факторы повышают риск формирования первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ). Последний обусловлен снижением степени толерантности ДЗН к ВГД, даже при умеренном его повышении [3–5].

Известно, что кераторефракционные операции способны снижать прочностные свойства роговицы, существенно влияя на изменения биомеханических показателей, преимущественно в сторону их снижения [6–8]. Этот факт подтвержден прижизненными исследованиями биомеханики роговицы после эксимерлазерной хирургии, проведенными с помощью двунаправленной пневмоаппланации [9]. Более того, выявлена статистически значимая корреляция между величиной скорректированной миопии и уровнем снижения биомеханических показателей роговицы [10].

В клинической практике российских офтальмологов при оценке уровня ВГД используется аппланационный метод — тонометрия по Маклакову. Он основан на формировании «кружка сплющивания» или «аппланации» при соприкосновении грузика 10 гр. с поверхностью роговицы. Диаметр «кружка» зависит от площади его соприкосновения, что напрямую связано с ВГД. Чем оно выше, тем, соответственно, будет меньше диаметр «кружка» сплющивания роговицы. Несмотря на простоту метода, он достаточно точен [11]. Но основным его недостатком является значительная зависимость от прочностных свойств как роговицы, так и в целом фиброзной капсулы глаза [12].

Поэтому изменения биомеханических свойств роговицы после любой рефракционной хирургии (как ПРК, так и современных технологий) создают трудности оценки результатов тонометрии, выполняемой любым способом.

Так, например, С.В. Вострухиным и соавт. (2015) было установлено, что погрешность измерения уровня ВГД по Маклакову после выполнения LASIK составляет 1,7 мм рт.ст. при среднем уменьшении толщины роговицы на 70 мкм (т.е. на 0,2 мм рт.ст. на каждые 10 мкм) [13]. С этим согласуются наблюдения И.А. Бубновой и соавт. (2011) о занижении показателей уровня ВГД у 24 пациентов, перенесших эксимерлазерную кератэктомия: с 19,45 до 17,73 мм рт.ст. по Маклакову [14].

Подобная картина прослеживается и при выполнении тонометрии по Гольдману. Так R. Munger и соавт. (1998) указывают на ее значительную погрешность после ФРК, вплоть до 5 мм рт.ст. как в сторону уменьшения, так и увеличения [15]. Подобного мнения придерживаются R. Montes-Mico и соавт., которые отметили, что после ФРК ложное снижение уровня ВГД было при его измерении как тонометром Гольдмана, так и при бесконтактной тонометрии. Ими также установлено, что уменьшение степени рефракции роговицы после LASIK более чем на 6 дптр обуславливает ложное снижение уровня ВГД по Гольдману от 4 до 6 мм рт.ст. [16]. Данную погрешность различные авторы объясняют не только уменьшением толщины роговицы, но также изменением топографии центральной зоны и вязко-эластических свойств роговицы [12, 17].

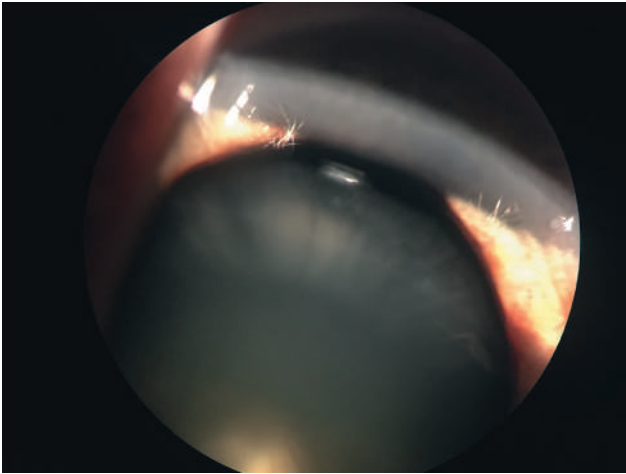
Но особенно остро проблема адекватной оценки уровня ВГД после рефракционных операций, в том числе ПРК, встала в последние годы. Она касается методик пневмотонометрии и Маклакова [14, 18, 19]. Проблема обусловлена тем, что у части пациентов после рефракционной хирургии по поводу миопии средней и высокой степени с возрастом повышается риск формирования ПОУГ. Но при этом имеются затруднения объективной оценки уровня ВГД, что усложняет своевременное выявление и адекватный мониторинг глаукомы.

Учитывая растущие потребности в кераторефракционных операциях, значимость данной проблемы, на наш взгляд, будет все более возрастать.

Цель работы — демонстрация клинического случая трудностей адекватной оценки уровня ВГД у пациента с глаукомой в отдаленные сроки после LASIK.

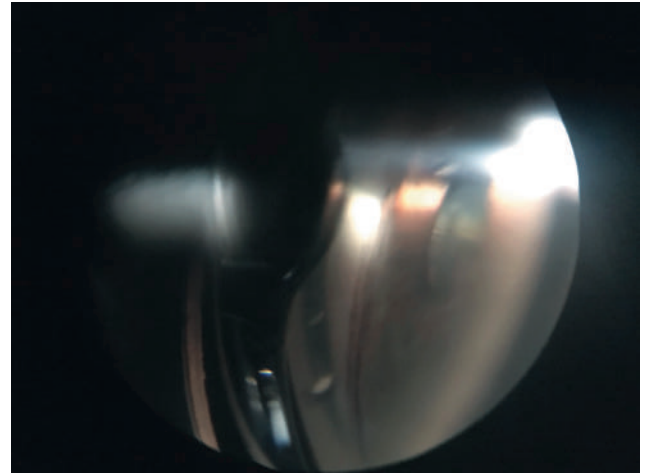
## Клинический случай

Пациент М., 58 лет, обратился в лечебно-диагностическое отделение Хабаровского филиала ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России в марте 2022 г. Предъявлял жалобы на снижение зрения правого



**Рис. 1.** Биомикроскопическая картина переднего отрезка (роговица прозрачна, визуализируется уплотнение ядра хрусталика с незначительными кортикальными помутнениями).

**Fig. 1.** Biomicroscopic examination of the anterior chamber shows transparent cornea, compact lens nucleus with small opaque shades.



**Рис. 2.** Гониоскопия: угол передней камеры открыт, степень открытия III, смешанная пигментация структур 2-й степени.

**Fig. 2.** Gonioscopy: the anterior chamber angle is open, grade III angle opening, trabecular meshwork pigmentation grade II.

глаза вдаль в течение последнего года, появление плавающих мушек в обоих глазах, чувство преходящего тумана перед глазами.

В 2004 г. пациенту была выполнена операция по технологии LASIK по поводу миопии средней степени с роговичным астигматизмом на обоих глазах. Миопия со школьного возраста, среди близких родственников больных глаукомой нет.

Согласно записям в амбулаторной карте, при плановом осмотре в 2018 г. была выявлена асимметрия параметров диска зрительного нерва (отношение максимального размера экскавации к диаметру диска [Э/Д]): на правом глазу до 0,7, на левом глазу до 0,5. Хотя при этом уровень ВГД на обоих глазах по Маклакову соответствовал среднестатистической норме — 22 мм рт.ст. По данным кинетической периметрии, на OD — значительное сужение полей зрения с носовой стороны с выпадением нижней зоны Бьеррума до точки фиксации, на OS — без особенностей. Был выставлен диагноз: OD — первичная открытоугольная ПА глаукома, OS — первичная открытоугольная IA глаукома. Рекомендован гипотензивный режим: инстилляций на ночь 0,005% латанопроста в оба глаза, диспансерное наблюдение по месту жительства.

В последующие годы пациент наблюдался по месту жительства, уровень ВГД по Маклакову на данном гипотензивном режиме стабильно находился в пределах 18–20 мм рт.ст.

Спустя 4 года, в марте 2022 года:

Визометрия: OD = 0,6 с корр. cyl -2,5 дптр ax 104° = 0,8

OS = 0,6 с корр. sph +0,50 дптр cyl -2,25 дптр ax 69° = 1,0

Рефрактометрия (Авторефкератометр RC-5000, Tomey, Япония):

OD sph + 0,25 cyl -2,50 ax 104°

OS sph + 1,0 cyl -2,25 ax 69°

Показатели центральной толщины роговицы (Ocuscan, Alcon, США): OD 504 мкм; OS 506 мкм. ПЗО: OD 25,92 мм; OS 25,30 мм; глубина передней камеры: OD 3,65 мм; OS — 3,56 мм; аксиальный размер хрусталика: OD 3,86 мм; OS 3,97 мм; уровень ВГД по Маклакову: OD 18 мм рт.ст; OS 21 мм рт.ст (на гипотензивном режиме — инстилляций 0,005% латанопроста).

На обоих глазах: роговица прозрачна, края роговичного клапана адаптированы, на эндотелии роговицы правого глаза просматривается неравномерная россыпь пылевидных пигментных частиц (как проявление стертой фазы псевдоэкзофолитивного синдрома, рис. 1).

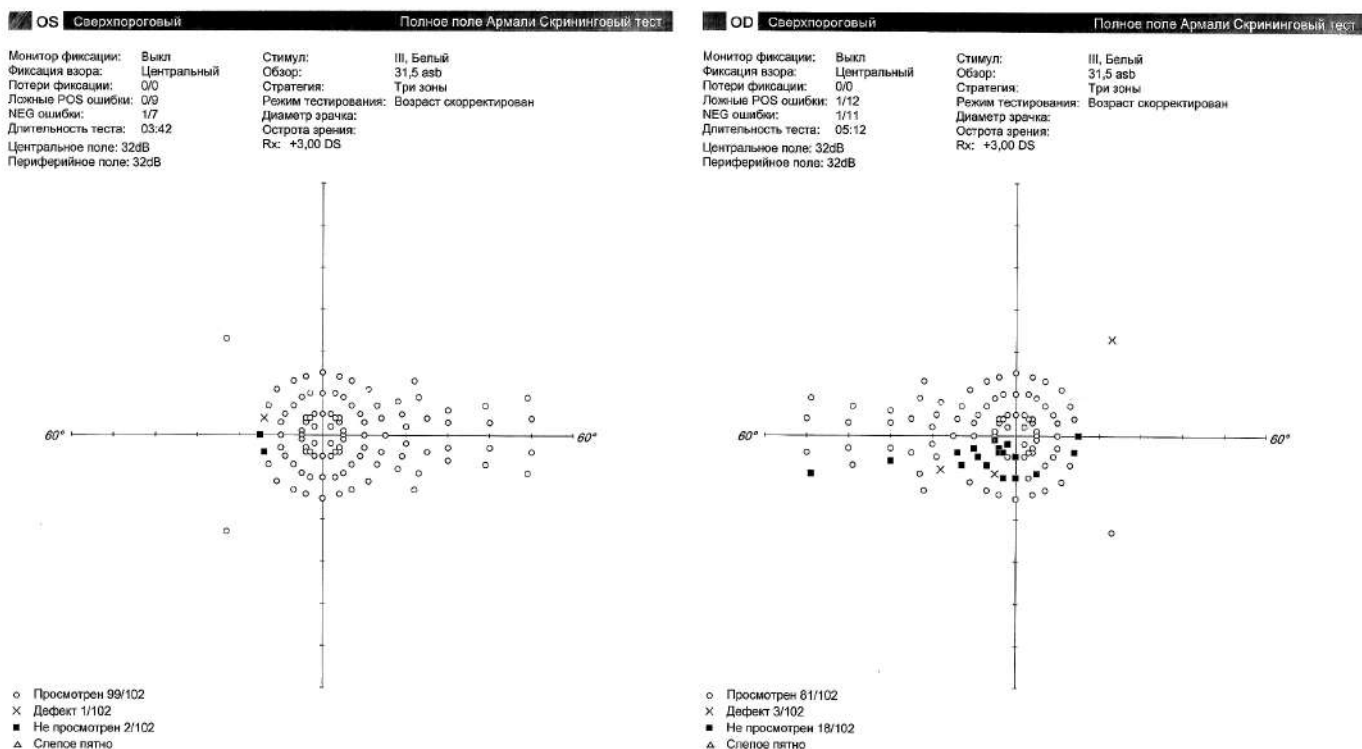
Передняя камера средней глубины, равномерная; зрачки круглые, реакция живая, легкая субатрофия пигментной каймы радужки, более выраженная слева.

Угол передней камеры открыт, степень открытия III во всех квадрантах, смешанная его пигментация 2-й степени (трёхзеркальная линза Гольдмана, рис. 2).

В состоянии медикаментозного мидриаза 5 мм визуализируются уплотненные ядра хрусталиков, незначительные точечные помутнения в кортикальных слоях с экватора. В стекловидном теле умеренная нитчатая деструкция.

Диск зрительного нерва на обоих глазах бледно-розовый, Э/Д вертикально-овальная: на OD 0,85–0,9, плоская, с прорывом нейроретинального





**Рис. 3.** Статическая периметрия обоих глаз (скрининговая программа Армали), март 2022 г: OD — абсолютная скотома в зоне Бьеррума вплоть до 5° от точки фиксации; OS — расширение слепого пятна.

**Fig. 3.** Static perimetry findings in both eyes (Armaly-Drance screening technique), March 2022: OD — absolute scotoma in the Bjerrum area up to 5° from fixation; OS — expansion of the blind spot area.

пояска в верхне-височном квадранте, выраженная перипапиллярная атрофия; на OS 0,9, плоская, с резким прорывом нейроретинального пояска снизу. Макулярная область интактна, периферические отделы сетчатки без особенностей.

По данным статической периметрии (Humphrey Field Analyzer 3, Carl Zeiss, Германия) на OD выявлена полуаркуатная абсолютная скотома в зоне Бьеррума: 5–15° от точки фиксации, единичные абсолютные микроскотомы в центральном поле зрения. На OS увеличен размер слепого пятна (абсолютные микроскотомы в проекции выхода ДЗН, рис. 3).

В центральном поле зрения в пределах 30° от точки фиксации снижена общая световая чувствительность (VFI, норма — 100%): на OD до 78%; OS до 97%; индекс MD 30-2 (норма — более -2,0 dB): OD 9,54 dB  $p < 0,5\%$ , OS 3,80 dB  $p < 2\%$  (рис. 4).

По данным оптической когерентной томографии в режиме ангиографии (Revo NX, Copernicus, Optopol, Польша), более выраженное снижение плотности ретинальных поверхностных капилляров отмечается на OD в области ДЗН и перипапиллярно, преимущественно сверху (рис. 5).

Учитывая наличие субтотальной экскавации ДЗН, более выраженной на правом глазу, с прорывом к краю диска, наличием на обоих глазах перипапиллярной атрофии, уточнены стадии ПОУГ: IIIA правого глаза, IIA левого глаза.

Понимая, что кераторефракционные операции способны занижать результаты тонометрии, мы сочли, что в реальности данный уровень ВГД 18/21 мм рт.ст может быть более высоким, т.е. интолерантным для данных стадий ПОУГ.

Ввиду непереносимости 2% дорзоламида попытка усиления гипотензивного режима не увенчалась успехом. Из-за системной артериальной гипотонии (по данным суточного мониторингирования артериального давления в предутренние часы, минимальные значения систолического и диастолического артериального давления составляли 99 и 56 мм рт.ст., соответственно) было решено также воздержаться от применения бета-блокаторов. Поэтому пациенту была выполнена селективная лазерная трабекулопластика. Спустя месяц после ее выполнения уровень ВГД на однократных инстилляциях 0,005% латанопроста не снизился, составив на OD 20 мм рт.ст., на OS 21 мм рт.ст. Для усиления гипотензивного режима был добавлен 0,1% бримонидин, после чего уровень ВГД на обоих глазах удалось стабильно снизить до 19 мм рт.ст.

Спустя 3 месяца (сентябрь 2022 г.) отмечена стабилизация показателей пороговой периметрии на OD, незначительная отрицательная динамика на OS: на OD — стабилизация индекса VFI на значении 78%, стабильность показателя MD 30-2 (-9,54/-9,05 dB;  $p < 0,5\%$ ); незначительное увеличение

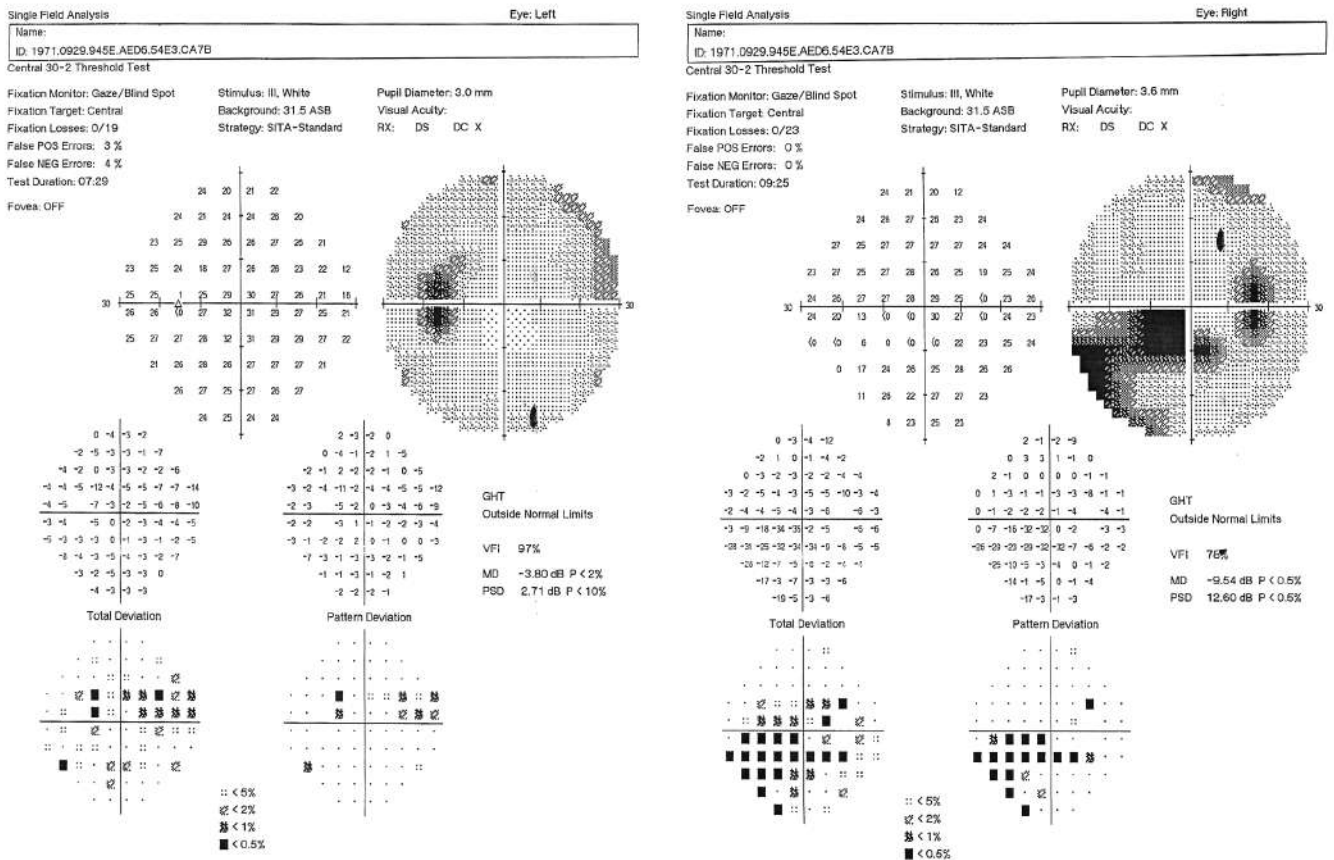


Рис. 4. Статическая периметрия обоих глаз (пороговая программа SITA Standard 30-2), июнь 2022 г.

Fig. 4. Perimetry for both eyes (30-2 SITA Standard visual field test), June 2022.

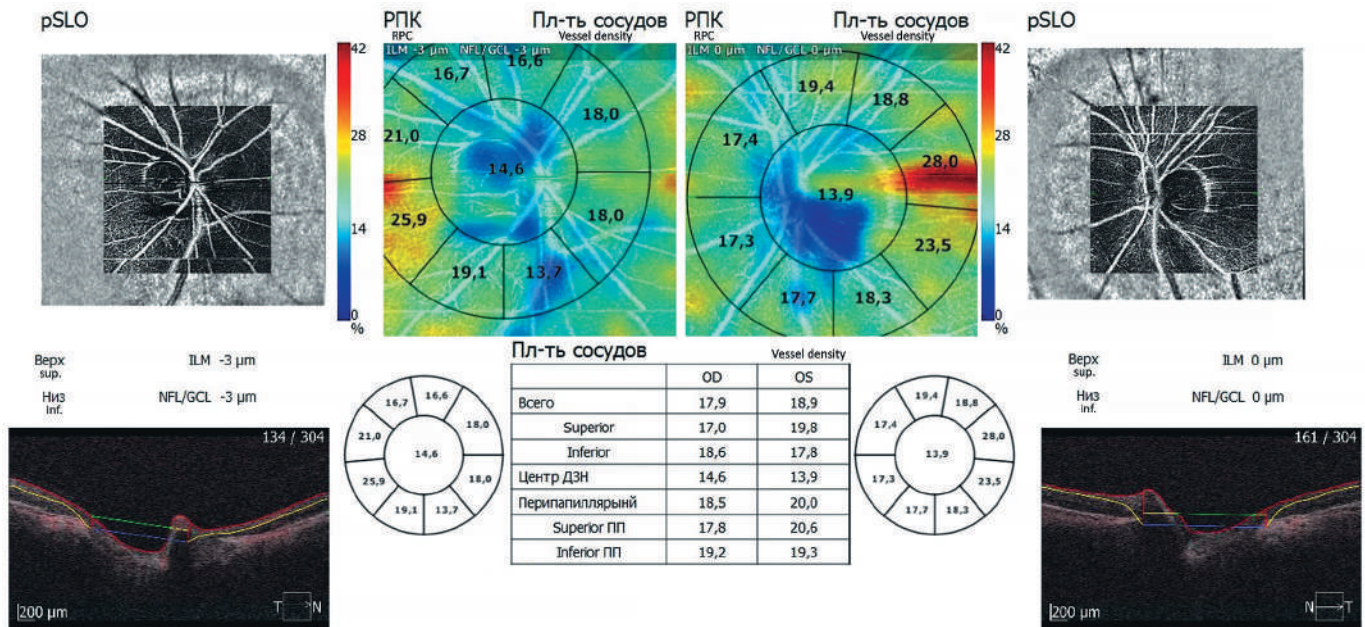


Рис. 5. ОКТ-ангиография ДЗН с оценкой плотности сосудов в радиальных перипапиллярных капиллярах (снижение плотности ретиальных поверхностных капилляров, более выраженное справа).

Fig. 5. OCT angiography of the optic nerve head with assessment of the vessel density of radial peripapillary capillaries (decrease in the density of superficial retinal capillaries, more pronounced on the right).



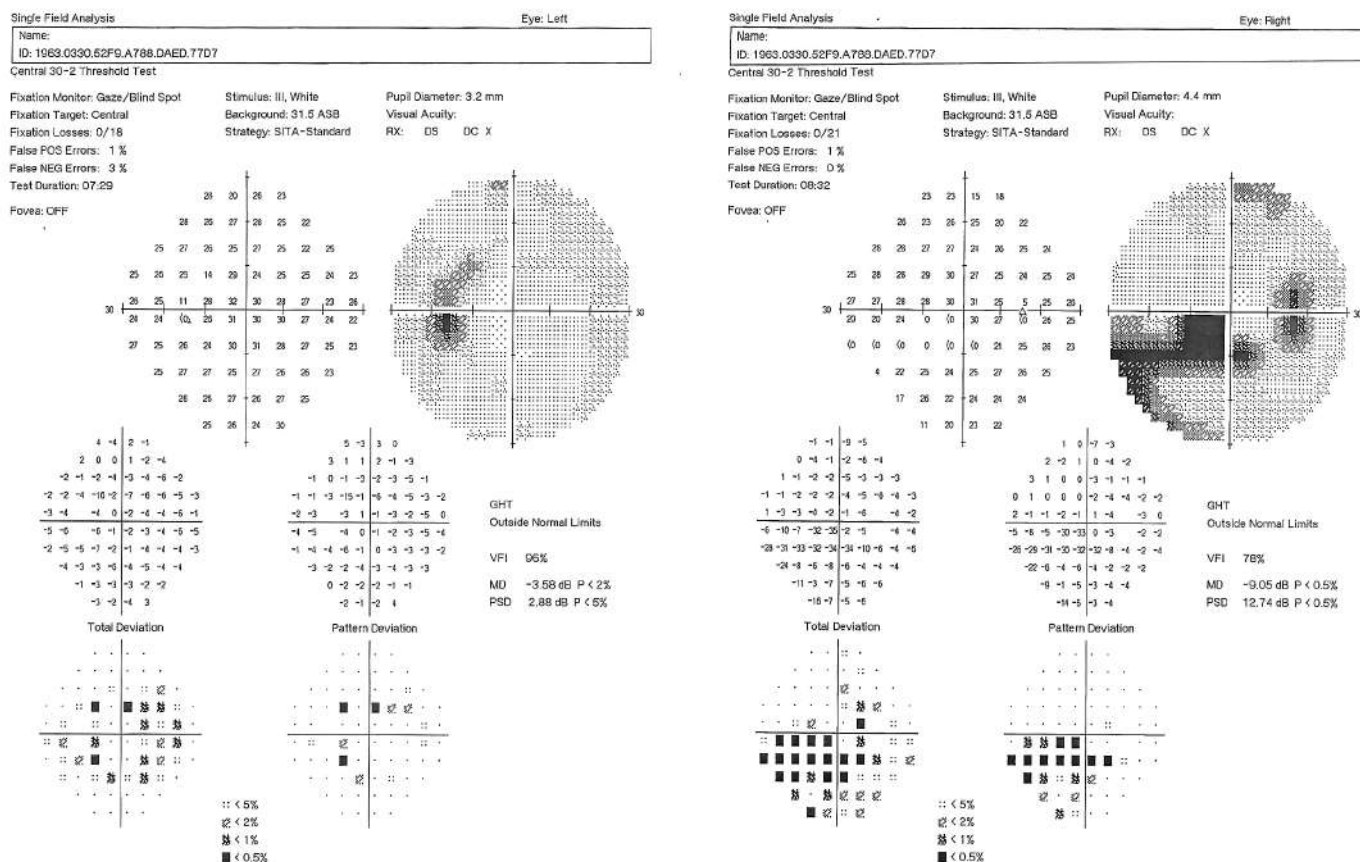


Рис. 6. Статическая периметрия обоих глаз (пороговая программа SITA Standard 30-2), сентябрь 2022 г.

Fig. 6. Perimetry in both eyes (30-2 SITA Standard visual field test), September 2022.

индекса PSD с 12,60 dB до 12,74 dB;  $p < 0,5\%$ ); OS — индекс VFI 97%/96%; стабилизация показателя MD — 3,80 dB/3,58 dB;  $p < 2\%$ ; незначительное изменение индекса PSD — 2,71 dB  $p < 10\%$ /2,88 dB  $p < 5\%$  (рис. 6).

Учитывая достигнутую условную стабилизацию глаукомного процесса, по данным пороговой периметрии за последние 3 месяца, а также неготовность пациента к антиглаукоматозной операции на правый глаз, было принято решение оставить прежний гипотензивный режим с динамическим мониторингом пороговой периметрии каждые 3 мес.

## Обсуждение

Пациенты с миопией, ранее перенесшие кераторефракционные операции, представляют трудности для своевременного выявления ранних стадий ПОУГ. Это обусловлено снижением у них биомеханических свойств роговицы вследствие данного типа хирургии, что, в свою очередь, искажает результаты тонометрии. Ведь зачастую офтальмологи, прежде всего амбулаторного звена, основывают свое суждение о наличии/отсутствии глаукомы преимущественно на показателях тонометрии.

В литературе мы нашли лишь несколько сообщений о трудностях адекватной оценки уровня ВГД у пациентов с глаукомой, перенесших рефракционные операции, так подобный случай описывает А.Ф. Scheuerle и соавт. (2009) [20]. Им удалось выявить глаукому у 40-летней пациентки, перенесшей ранее ПРК по поводу миопии. Уровень ВГД при оценке с помощью тонометра Гольдмана был в пределах 12–18 мм рт.ст., в то время как при пневмотонометрии и тонометрии по Шиотцу при неоднократных замерах выявлялись значения от 21 до 27 мм рт.ст. Авторам пришлось полагаться на наличие выраженных глаукоматозных изменений ДЗН с характерными нарушениями полей зрения. По их мнению, поскольку уплощение роговицы после ПРК способствует ложно заниженным значениям ВГД, необходимо оценивать не столько уровень ВГД, сколько состояние ДЗН и показатели периметрии. Подобный случай также описали Р.А. Буря и соавт. (2021, 2022) [21, 22].

М.Р. Razeghinejad и соавт. (2010) отмечают, что у 52-летней женщины спустя 9 лет после операции LASIK, несмотря на наличие явной глаукоматозной экскавации ДЗН, уровень ВГД не превышал 10/11 мм рт.ст. по Гольдману [23].

Представленный нами клинический случай является далеко не единичным и согласуется с подобными данными о том, что уровень ВГД после кераторефракционных операций зачастую является заниженным. Это значительно затрудняет своевременное выявление глаукомы у данной категории пациентов.

## Заключение

Для исключения глаукомы у пациентов после фоторефракционной хирургии по поводу миопии необходимо, прежде всего, тщательно оценивать состояние структур ДЗН и полей зрения, невзирая

## Литература

1. Fyodorov S.N., Durnev V.V. Operation of dosaged dissection of corneal circular ligament in cases of myopia of mild degree. *Ann Ophthalmol* 1979; 11(12):1885-1890.
2. Minarik K.R. Correction vision after RK. *Optom Manage* 1995; 6(30): 34-36.
3. Акопян А.И., Еричев В.П., Иомдина Е.Н. Ценность биомеханических параметров глаза в трактовке развития глаукомы, миопии и сочетанной патологии. *Глаукома* 2008; 1:9-14.
4. Андреева Л.Д., Баку Е.Ф. Ультраструктурные и гистохимические особенности склеры при глаукоме, сочетающейся с близорукостью. *Вестник офтальмологии* 1988; 104(3):17-20.
5. Аветисов С.Э., Мамиконян В.Р., Завалишин Н.Н., Нениуков А.К. Экспериментальное исследование механических характеристик роговицы и прилегающих участков склеры. *Офтальмологический журнал* 1988; 43(4):233-237.
6. Нероев В.В., Ханджян А.Т., Манукян И.В. Оценка влияния эксимерлазерных кераторефракционных операций ЛАСИК и ФРК на биомеханические свойства роговицы. *Офтальмология* 2009; 6(1):24-29.
7. Аветисов С.Э., Федоров А.А., Введенский А.С., Нениуков А.К. Экспериментальное исследование влияния радиальной кератотомии на механические свойства роговицы. *Офтальмологический журнал* 1990; 45(1):54-58.
8. Аветисов С.Э., Воронин Г.В. Экспериментальное исследование механических характеристик роговицы после эксимерлазерной фотоабляции. *РМЖ. Клиническая офтальмология*. 2001; 2(3): 83-86.
9. Воронин Г.В., Бубнова И.А. Изменения биомеханических свойств роговицы после кераторефракционных вмешательств. *Вестник офтальмологии* 2019; 135(4):108-112. <https://doi.org/10.17116/oftalma2019135041108>
10. Аветисов С.Э., Мамиконян В.Р., Шмелева-Демир О.А., Карамян А.А., Бубнова И.А., Казарян Э.Э., Галоян Н.С., Карапетян А.Т. Влияние операции LASIK при миопии на показатели офтальмотонуса, объемного глазного кровотока и «биомеханики» роговицы. *Вестник офтальмологии* 2016; 132(4):24-28. <https://doi.org/10.17116/oftalma2016132424-28>
11. Кальфа С.Ю. К вопросу о теории тонометрии тонометрами сплющивания. *Русский офтальмологический журнал* 1927; 6(10):1132-1141.
12. Вострухин С.В. Влияние кераторефракционных операций на показатели офтальмотонометрии. *Национальный журнал глаукома* 2015; 14(2):82-92.
13. Вострухин С.В., Агаджанян Т.М., Фокина Н.Д., Шерстнева Л.В. Особенности тонометрии после кераторефракционных операций. *РМЖ Клиническая офтальмология* 2015; 15(2):77-82.
14. Бубнова И.А., Антонов А.А., Новиков И.А., Суханова Е.В., Петров С.Ю., Аветисов К.С. Сравнение различных показателей ВГД у пациентов с измененными биомеханическими свойствами роговицы. *Глаукома* 2011; 10(1):12-16.

на статистически нормальные значения уровня ВГД. Обязательно помнить о том, что значения уровня ВГД у них могут быть занижены. В противном случае снижается вероятность своевременного выявления глаукомы, что чревато безвозвратной потерей зрительных функций.

## Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: Кулешова Н.А., Коленко О.В., Сорокин Е.Л.

Сбор и обработка материала: Кулешова Н.А.

Статистическая обработка: Кулешова Н.А.

Написание статьи: Кулешова Н.А., Сорокин Е.Л.

Редактирование: Коленко О.В., Сорокин Е.Л.

## References

1. Fyodorov S.N., Durnev V.V. Operation of dosaged dissection of corneal circular ligament in cases of myopia of mild degree. *Ann Ophthalmol* 1979; 11(12):1885-1890.
2. Minarik K.R. Correction vision after RK. *Optom Manage* 1995; 6(30): 34-36.
3. Akopyan A.I., Elichev V.P., Iomdina E.N. Importance of fibrous capsule's biomechanical properties in interpretation of development of the glaucoma, myopia and their combination pathology. *Glaukoma* 2008; 1:9-14.
4. Andreeva L.D., Baku E.F. Ultrastructural and histochemical characteristics of the sclera in glaucoma associated with nearsightedness. *Vestnik oftalmologii* 1988; 104(3):17-20.
5. Avetisov S.E., Mamikonian V.R., Zavalishin N.N., Neniukov A.K. Experimental study of mechanical characteristics of the cornea and the adjacent parts of the sclera. *Oftalmologicheskii Zhurnal* 1988; 43(4):233-237.
6. Neroyev V.V., Khanjyan A.T., Manukyan I.V. The evaluation the influence excimer laser surgery lasik and prk on cornea biomechanical properties. *Ophthalmology in Russia* 2009; 6(1): 24-29.
7. Avetisov S.E., Fedorov A.A., Vvedenskii A.S., Neniukov A.K. Experimental research on the effect of radial keratotomy on the mechanical properties of the cornea. *Oftalmologicheskii Zhurnal* 1990; 45(1): 54-58.
8. Avetisov S.Yu., Voronin T.V. Experimental study of mechanical corneal characteristics after excimerlaser photoablation. *RMJ Clinical Ophthalmology*. 2001; 2(3):83-86.
9. Voronin G.V., Bubnova I.A. Changes in biomechanical properties of the cornea after keratorefractive surgery. *Vestnik oftalmologii* 2019; 135(4):108-112. <https://doi.org/10.17116/oftalma2019135041108>
10. Avetisov S.E., Mamikonian V.R., Shmeleva-Demir O.A., Karamyan A.A., Bubnova I.A., Kazaryan E.E., Galoyan N.S., Karapetyan A.T. Intraocular pressure, ocular blood flow, and corneal biomechanics changes after lasik surgery for myopia. *Vestnik oftalmologii*. 2016; 132(4): 24-28. <https://doi.org/10.17116/oftalma2016132424-28>
11. Kalfa S.Yu. To the question of the theory of tonometry by flattening tonometers. *Russian Ophthalmological Journal* 1927; 6(10):1132-1141.
12. Vostrukhin S.V. The effect of keratorefractive surgery on the intraocular pressure measurement. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma* 2015; 14(2):82-92.
13. Vostrukhin S.V., Agadzhanian T.M., Fokina N.D., Sherstneva L.V. Tonometry peculiarities after keratorefractive surgery. *RMJ Clinical Ophthalmology* 2015; 15(2):77-82.
14. Bubnova I.A., Antonov A.A., Novikov I.A., Suhanova E.V., Petrov S.Y., Avetisov K.S. Comparison of some IOP indices by patients with changed biomechanical properties of cornea. *Glaukoma* 2011; 10(1):12-16.



15. Munger R., Hodge W.G., Mintsoulis G., Agapitos P.J., Jackson W.B., Damji K.F. Correction of intraocular pressure for changes in central corneal thickness following photorefractive keratectomy. *Can J Ophthalmol* 1998; 33(3):159-165.
16. Montes-Mico R., Charman W.N. Intraocular pressure after excimer laser myopic refractive surgery. *Ophthalmic Physiological Optics* 2001; 21(3):228-235.  
<https://doi.org/10.1046/j.1475-1313.2001.00581.x>
17. Liu J., Roberts C.J. Influence of corneal biomechanical properties on intraocular pressure measurement: quantitative analysis. *J Cataract Refract Surg.* 2005; 31(1):146-155.  
<https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2004.09.031>
18. Качанов А.Б., Балашевич Л.И., Новак Я.Н., Бауэр С.М., Зимин Б.А. О влиянии кератопахиметрических показателей на тонометрическое внутриглазное давление. *Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки* 2015; 20(3): 606-609.
19. Аветисов С.Э. Радиальная кератотомия: история и реальность. *Вестник офтальмологии* 2021; 137(2):123-131.  
<https://doi.org/10.17116/oftalma2021137021123>
20. Scheuerle A.F., Martin M., Voelcker H.E., Auffarth G. Undetected development of glaucoma after radial keratotomy. *J Refract Surg* 2008; 24(1):51-54.  
<https://doi.org/10.3928/1081597X-20080101-09>
21. Буря Р.А., Филь А.А., Сорокин Е.Л. Клинический случай диагностики первичной открытоугольной глаукомы у пациентки после ранее выполненной передней радиальной кератотомии. *Современные технологии в офтальмологии* 2021; 5:126-131.  
<https://doi.org/10.25276/2312-4911-2021-5-126-137>
22. Буря Р.А., Коленко О.В., Филь А.А., Сорокин Е.Л. Клинический случай выявления начальной стадии пигментной глаукомы с псевдонормальным давлением у пациентки после проведенной радиальной кератотомии. *Национальный журнал глаукома.* 2022; 21(2):27-33.  
<https://doi.org/10.53432/2078-4104-2022-21-2-27-33>
23. Razeghinejad M.R., Nouri-Mahdavi K., Perera S. Primary open angle glaucoma and post-LASIK keratectasia. *J Ophthalmic Vis Res* 2010; 5(3):196-201.
15. Munger R., Hodge W.G., Mintsoulis G., Agapitos P.J., Jackson W.B., Damji K.F. Correction of intraocular pressure for changes in central corneal thickness following photorefractive keratectomy. *Can J Ophthalmol* 1998; 33(3):159-165.
16. Montes-Mico R., Charman W.N. Intraocular pressure after excimer laser myopic refractive surgery. *Ophthalmic Physiological Optics* 2001; 21(3):228-235.  
<https://doi.org/10.1046/j.1475-1313.2001.00581.x>
17. Liu J., Roberts C.J. Influence of corneal biomechanical properties on intraocular pressure measurement: quantitative analysis. *J Cataract Refract Surg.* 2005; 31(1):146-155.  
<https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2004.09.031>
18. Kachanov A.B., Balashevich L.I., Novak Y.N., Bauer S.M., Zimin B.A. About influence of keratopah and metrics on tonometric IOP. *Tambov University Reports. Series Natural and Technical Sciences* 2015; 20(3):606-609.
19. Avetisov S.E. Radial keratotomy: history and current state. *Vestnik oftal'mologii* 2021; 137(2):123-131.  
<https://doi.org/10.17116/oftalma2021137021123>
20. Scheuerle A.F., Martin M., Voelcker H.E., Auffarth G. Undetected development of glaucoma after radial keratotomy. *J Refract Surg* 2008; 24(1):51-54.  
<https://doi.org/10.3928/1081597X-20080101-09>
21. Burya R.A., Fil A.A., Sorokin E.L. Clinical case of diagnosis of primary open-angle glaucoma in a patient after previously performed anterior radial keratotomy. *Modern Technologies in Ophthalmology* 2021; 5:126-131.  
<https://doi.org/10.25276/2312-4911-2021-5-126-137>
22. Burya R.A., Kolenko O.V., Fil A.A., Sorokin E.L. Early diagnosis of pigmentary glaucoma with pseudo-normal pressure in a patient after radial keratotomy (case study). *Natsionalnyi zhurnal glaukoma* 2022; 21(2):27-33.  
<https://doi.org/10.53432/2078-4104-2022-21-2-27-33>
23. Razeghinejad M.R., Nouri-Mahdavi K., Perera S. Primary open angle glaucoma and post-LASIK keratectasia. *J Ophthalmic Vis Res* 2010; 5(3):196-201.