



Оригинальные работы / Original papers

© В. В. Потёмкин, Т. С. Варганова, Е. В. Агеева, 2018
УДК 617.741-004.1-089.87-06:617.753.3

В. В. Потёмкин^{1,2*}, Т. С. Варганова², Е. В. Агеева²

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

² Санкт-Петербургское государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Городская многопрофильная больница № 2», Санкт-Петербург, Россия

ХИРУРГИЧЕСКИЙ ИНДУЦИРОВАННЫЙ АСТИГМАТИЗМ ПРИ ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С ПСЕВДОЭКСФОЛИАТИВНЫМ СИНДРОМОМ

Резюме

Введение. Хирургический индуцированный астигматизм (ХИА) — одна из причин неудовлетворенности пациента рефракционным результатом после факоэмульсификации (ФЭ). Степень ХИА зависит преимущественно от типа, длины, формы и расположения тоннеля, расстояния до оптического центра роговицы, а также биомеханических свойств роговицы. Для псевдоэксфолиативного синдрома (ПЭС) характерно изменение биомеханических свойств роговицы. Не изученным остается вопрос о влиянии этих изменений на степень ХИА.

Цель — оценка влияния наличия ПЭС на степень ХИА после ФЭ.

Материалы и методы. Были обследованы 42 пациента (42 глаза), поступивших для хирургического лечения катаракты на V микрохирургическое отделение ГМПБ № 2. Основную группу составили 20 пациентов (20 глаз) с ПЭС, группу контроля — 22 пациента (22 глаза) без ПЭС. Группы были равноценны по полу и возрасту. Основным критерием отбора в основную группу было обнаружение псевдоэксфолиативного материала на передней капсуле хрусталика, по зрачковому краю или в углу передней камеры. Критерии исключения — травматические и увеальные катаракты, наличие глаукомы и лазерная коррекция зрения в анамнезе. Всем пациентам была выполнена кератотопография (TMS-3, Tomeu, Япония) до и через 4–6 недель после операции.

Результаты. Достоверной разницы в степени ХИА между группами получено не было при условии формирования лимбального тоннеля 2,4 мм. Степень ХИА между носовыми и височными лимбальными тоннелями не отличается в пределах групп.

Ключевые слова: хирургический индуцированный астигматизм, псевдоэксфолиативный синдром, факоэмульсификация

Потёмкин В. В., Варганова Т. С., Агеева Е. В. Хирургический индуцированный астигматизм при факоэмульсификации у пациентов с псевдоэксфолиативным синдромом. Ученые записки СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова. 2018;25(2):46–51. DOI: 10.24884/1607-4181-2018-25-2-46-51.

* **Автор для связи:** Виталий Витальевич Потёмкин, ФГБОУ ВО «ПС СПбГМУ им. И. П. Павлова» МЗ РФ, 197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8. E-mail: potem@inbox.ru.

© Composite authors, 2018
UDC 617.741-004.1-089.87-06:617.753.3

V. V. Potemkin^{1,2*}, T. S. Varganova², E. V. Ageeva²

¹ Pavlov University, Russia, Saint-Petersburg

² St. Petersburg State Budgetary Institution of Healthcare «City multi-field hospital № 2», Russia, Saint-Petersburg

SURGICALLY INDUCED ASTIGMATISM IN PHACOEMULSIFICATION IN PATIENTS WITH PSEUDOEXFOLIATIVE SYNDROME

Summary

Introduction. Surgically induced astigmatism (SIA) is one of the reasons of the patient's dissatisfaction with the refractive result after phacoemulsification (PHACO). The degree of SIA depends mainly on the type, length, shape and location of the tunnel, the distance to the optical center of the cornea, as well as the biomechanical properties of the cornea. Pseudoexfoliation syndrome (PEX) is associated with a change of the biomechanical properties of the cornea. The issue of the effect of these changes on the degree of SIA remains unexplored.

The **objective** is to assess the influence of PEX on the degree of SIA after PHACO.

Material and methods. The study included 42 patients (42 eyes) admitted for surgical treatment of cataracts to the V micro-surgical Department of the HMB № 2. The main group consisted of 20 patients (20 eyes) with PEX, the control group consisted of 22 patients (22 eyes) without PEX.

The groups were of equal sex and age. The main selection criterion for the main group was the detection of pseudoexfoliative material on the anterior lens capsule, along the pupillary edge edge or in the corner of the anterior chamber. The exclusion criteria were the traumatic and uveal cataracts, glaucoma and laser vision correction in the anamnesis. All patients underwent keratotopography (TMS-3, Tomey, Japan) preoperatively and in 4 to 6 weeks after surgery.

Results. There was no significant difference in the degree of SIA (limbal incision, 2.4 mm) among the groups provided the formation of a 2.4 mm limbal tunnel. Moreover, there was no significant difference in the degree of SIA between the nasal and temporal limbal tunnels within the groups.

Keywords: surgical induced astigmatism, pseudoexfoliation syndrome, phacoemulsification

Potemkin V. V., Varganova T. S., Ageeva E. V. Surgically induced astigmatism in phacoemulsification in patients with pseudoexfoliative syndrome. The Scientific Notes of IPP-SPSMU. 2018;25(2):46–51. (In Russ.). DOI: 10.24884/1607-4181-2018-25-2-46-51.

* **Corresponding author:** Vitaly V. Potemkin, Pavlov University, 6-8 L'va Tolstogo street, Saint-Petersburg, Russia, 197022. E-mail: potem@inbox.ru

ВВЕДЕНИЕ

Катаракта является основной причиной обратимой слепоты в мире [1]. Хирургическое лечение катаракты направлено не только на удаление мутного хрусталика, но и на достижение оптимального рефракционного результата [2, 3]. Одним из препятствий на пути достижения желаемой рефракции является хирургический индуцированный астигматизм (ХИА) [4–7]. Степень ХИА зависит преимущественно от типа, длины, формы и расположения тоннеля, расстояния до оптического центра роговицы, а также биомеханических свойств роговицы [4–10].

Под биомеханическими свойствами роговицы обычно подразумевают вязкость и эластичность роговой оболочки. Эластичность вещества — такое свойство, когда деформация материала прямо пропорциональна приложенной силе воздействия, независимо от продолжительности воздействия и скорости приложения силы. Вязкость вещества — такое свойство, когда зависимость между деформацией и силой воздействия определяется временем воздействия и скоростью приложения силы [11–13]. Роговица, обладая вязко-эластичными свойствами, напрягается при быстром воздействии груза, медленно изменяет свои характеристики при постоянном воздействии и проявляет так называемый корнеальный гистерезис (КГ) при уменьшении нагрузки (AIGS Consensus on Intraocular Pressure, 2007 г.) (рис. 1). КГ отражает в большей степени вязкостные свойства роговицы [12, 13].

Изучению биомеханических свойств роговицы при псевдоэкзофоллиативном синдроме (ПЭС) посвящено немало работ. Так, по результатам большинства из них, при ПЭС отмечают достоверно значимое снижение корнеального гистерезиса, измеряемое при помощи прибора Ocular Response Analyzer (ORA, Reichert, США) [14–16]. Также при ПЭС имеет место снижение толщины центральной зоны роговицы [14–18].

Как было указано выше, ПЭС влияет на биомеханические свойства роговицы, а последние, в свою очередь, — на

степень ХИА. Таким образом, взаимосвязь между наличием ПЭС и степенью ХИА является актуальной, но малоизученной темой. В доступной литературе, как отечественной, так и зарубежной, отсутствуют данные о влиянии ПЭС на степень ХИА.

Цель работы — оценка влияния наличия ПЭС на степень ХИА после факоэмульсификации (ФЭ).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В рамках исследования были обследованы 42 пациента (42 глаза), поступивших для хирургического лечения катаракты на V микрохирургическое отделение ГМПБ № 2. Основную группу составили 20 пациентов (20 глаз) с ПЭС, группу контроля — 22 пациента (22 глаза) без ПЭС. Основным критерием отбора в основную группу было обнаружение псевдоэкзофоллиативного материала на передней капсуле хрусталика, по зрачковому краю или в углу передней камеры. Критериями исключения были травматические и увеальные катаракты, наличие глаукомы и лазерная коррекция зрения в анамнезе. Группы были равноценны по полу и возрасту (табл. 1).

Все пациенты проходили стандартный предоперационный офтальмологический осмотр, включающий в себя визометрию, периметрию, тонометрию, биомикроскопию, гониоскопию, а

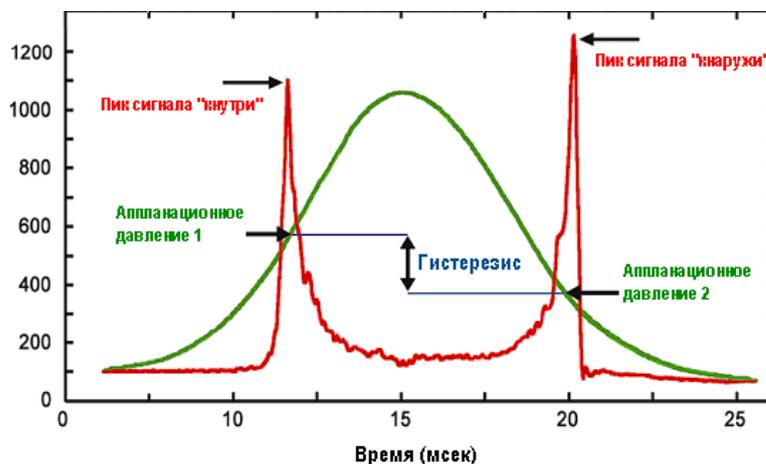


Рис. 1. Гистерезис роговицы как разница «аппланации внутри» и «аппланации наружи» (Reichert Inc., 2004 г., с изменениями)

Fig. 1. Hysteresis of the cornea (Reichert Inc., 2004)

Таблица 1

Характеристика групп			
Показатель	Группа		Достоверность разницы р
	основная (n = 20)	контроль (n = 22)	
Возраст, лет	75,9±7,1	74,8±7,6	p = 0,141
Пол	женский	6 (30 %)	p = 0,066
	мужской	14 (70 %)	

Примечание: n – число пациентов.

также расчет силы интраокулярной линзы (ИОЛ). Помимо этого, всем пациентам была выполнена кератотопография (TMS-3, Tomey, Япония) до и через 4–6 недель после операции. ХИА представляет собой разницу роговичного астигматизма до и после операции. Большинство авторов для исследования ХИА используют данные кератометрии. Выбор кератотопографии для данного исследования обусловлен тем, что при данной методике исследуется более широкая зона роговицы (6,0 мм), что позволяет оценить даже минимальные различия степени астигматизма.

Факоземусификация была выполнена одним хирургом по методике phacochor (Infiniti, Alcon) с имплантацией ИОЛ Акреос АО (Baush and Lomb, США). У всех пациентов во время ФЭ формировался лимбальный тоннель 2,4 мм на 120, т. е. на правом глазу – в верхневисочном квадранте, на левом – в верхнеуловом.

В послеоперационном периоде все пациенты получали стандартное противовоспалительное лечение

в виде инстилляций Дексаметазона по убывающей схеме в течение 4 недель и Левифлоксацина в течение 2 недель.

ХИА рассчитывался как разница предоперационного и послеоперационного роговичного астигматизма для каждого пациента на основании данных, полученных при кератотопографии до и через 4–6 недель после операции (рис. 2).

В качестве основных показателей статистической обработки количественных показателей приводились средние значения ХИА и среднеквадратические отклонения. Сравнение величин ХИА, полученных в основной и контрольной группах, а также между правым и левым глазами в пределах группы выполнялось при помощи t-теста, учитывая нормальное распределение выборки. Проверка нормальности распределения осуществлялась при помощи критерия Колмогорова – Смирнова. При $p < 0,05$ различия считались статистически значимыми. Для определения однородности групп по полу применялись таблицы сопряженности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сначала ХИА оценивался в пределах групп между правыми и левыми глазами. Напомним, что на правых глазах тоннель формировался в верхневисочном отделе, на левых – в верхнеуловом. Достоверной разницы получено не было (табл. 2; 3). Затем средний показатель ХИА рассчитывался между группами.

Таким образом, достоверной разницы в степени ХИА между группами получено не было. На рис. 2

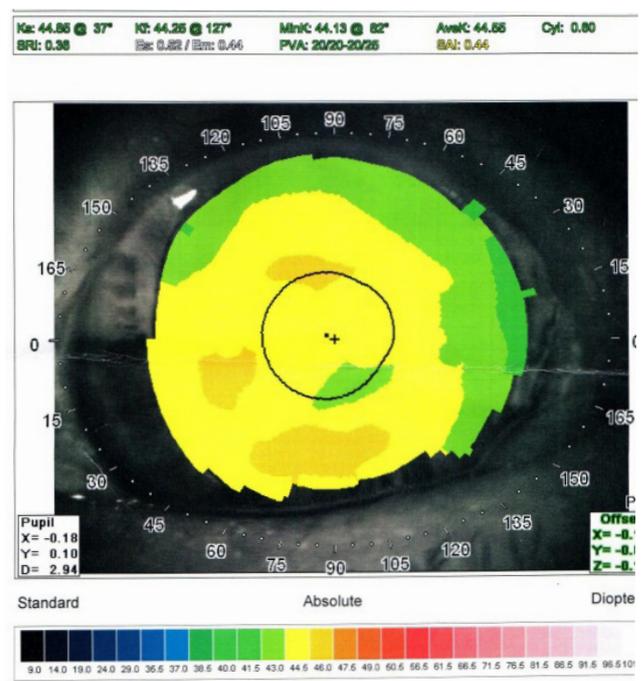
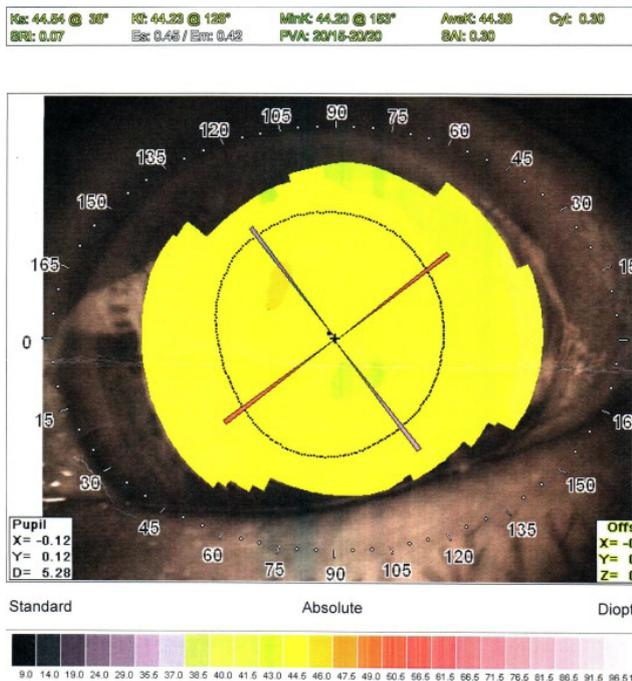


Рис. 2. Кератотопограммы пациента с ПЭС до и после ФЭ
Fig. 2. Keratotopograms of patients with PEX before and after PHACO

показаны кератотопограммы пациента с ПЭС до и после ФЭ. Как видно из исследования, до операции степень астигматизма была 0,3 D, а после операции — 0,6 D. Согласно расчету по SIA calculator, степень ХИА составила 0,33 D.

ФЭ с имплантацией интраокулярной линзы является базовой методикой хирургического лечения катаракты. Роговичные вмешательства могут влиять на кривизну и силу преломления роговицы. Послеоперационный астигматизм является одной из причин неудовлетворенности пациента качеством зрения после ФЭ. Степень астигматизма после ФЭ зависит от двух факторов — степени предоперационного астигматизма и ХИА [19, 20–22].

Как было указано выше, степень ХИА зависит преимущественно от типа, длины, формы и расположения тоннеля, расстояния до оптического центра роговицы, а также биомеханических свойств роговицы.

В доступной нам литературе отсутствуют данные о влиянии ПЭС на степень ХИА после ФЭ. Однако есть данные о том, что при ПЭС имеет место снижение корнеального гистерезиса [14–16], что теоретически может влиять на степень ХИА. Тем не менее в рамках данного исследования не было выявлено значимого влияния ПЭС на выраженность ХИА при условии формирования лимбального тоннеля 2,4 мм.

Расположение тоннеля, несомненно, может влиять на степень ХИА. Согласно данным многих исследований, тоннель, расположенный сверху, дает наибольшую степень ХИА [23–25]. По данным Т. Коппен и соавт. [21], роговичный тоннель, выполненный с носовой стороны, дает большую степень ХИА ввиду того, что он связан с большим растяжением и стрессом для тоннеля из-за более перпендикулярного хода кератома, а также из-за более близкого расположения к оптическому центру роговицы. В аналогичном исследовании М. Раграван и соавт. [22] также отметили, что височный тоннель дает меньшую степень ХИА (0,26 D) по сравнению с носовым (0,9 D). У. Özkurt и соавт. [23] и С. Райнер и соавт. [26] получили такие же результаты.

S. S. Ergmis и соавт. не нашли достоверной разницы в степени ХИА между височными и назальными тоннелями [27]. По нашим данным, расположение тоннеля, как с височной, так и с носовой стороны, в обеих группах при прочих равных параметрах (лимбальный тоннель длиной 2,4 мм) дает одинаковую степень ХИА. Различия в полученных данных можно объяснить различными типами выполненных тоннелей. Хотелось подчеркнуть, что в нашем исследовании хирург всегда формировал лимбальный тоннель длиной 2,4 мм, тогда как в вышеуказанных исследованиях — преимущественно роговичный.

В рамках данного обсуждения нельзя не отметить влияние типов тоннелей на ХИА. Ряд авторов рекомендуют выполнять тоннель с височной стороны

Таблица 2

ХИА в группе с ПЭС

Показатель	OD	OS	Достоверность р
ХИА, D	0,42±0,31	0,4±0,35	0,9

Примечание: здесь и далее D — диоптрия.

Таблица 3

ХИА в группе без ПЭС

Показатель	OD	OS	Достоверность р
ХИА, D	0,34±0,25	0,52±0,21	0,2

Таблица 4

ХИА в группах

Показатель	Группа с ПЭС	Группа без ПЭС	Достоверность р
ХИА, D	0,41±0,26	0,42±0,24	0,9

у пациентов с правильным астигматизмом низкой степени и у пациентов без астигматизма [7, 19, 20].

Несколько авторов сравнили ХИА при роговичном височном тоннеле и склеральном тоннеле в верхней половине. В 1-й месяц степень ХИА была выше при роговичном тоннеле. Через 3 месяца ХИА не отличался между группами [28, 29]. Р. Ерпест и соавт. [30] оценивали ХИА при лимбальном и роговичном тоннелях 2,2 мм. По их данным, ХИА статистически меньше при лимбальных тоннелях. Структура лимба и роговицы различна, поэтому и процесс заживления в них протекает по-разному. Основное различие в том, что лимб, в отличие от роговицы, не лишен сосудов. Так, заживление лимбального тоннеля в среднем составляет 7 дней, роговичного тоннеля — может растянуться до 60 дней [30].

ФЭ сегодня является, в том числе, и рефракционной операцией. Поиск путей уменьшения ХИА необходим для достижения оптимального рефракционного результата.

ВЫВОДЫ

1. Полученные данные свидетельствуют об отсутствии значимого влияния ПЭС на степень ХИА при формировании лимбальных тоннелей.

2. Лимбальные тоннели, выполненные как с височной, так и с носовой стороны, имеют одинаковую степень ХИА.

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов.

Conflicts of interest

Authors declare no conflict of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bourne R. R., Jonas J. B., Flaxman S. R. et al. Vision Loss Expert Group of the Global Burden of Disease Study.

- Prevalence and causes of vision loss in high-income countries and in Eastern and Central Europe: 1990–2010 // *Br. J. Ophthalmol.* – 2014. – № 98 (5). – P. 629–638.
2. Dewey S., Beiko G., Braga-Mele R. et al. Cataract Clinical Committee, Instrumentation and IOLs Subcommittee. Microincisions in cataract surgery // *J. Cataract Refract. Surg.* – 2014. – № 40 (9). – P. 1549–1557.
 3. Alio J. L., Soria F., Abdou A. A. Femtosecond laser assisted cataract surgery followed by coaxial phacoemulsification or microincisional cataract surgery: differences and advantages // *Curr. Opin. Ophthalmol.* – 2014. – № 25 (1). – P. 81–88.
 4. Kawahara A., Kurosaka D., Yoshida A. Comparison of surgically induced astigmatism between one – handed and two – handed cataract surgery techniques // *Clin. Ophthalmol.* – 2013. – № 7. – P. 1967–1972.
 5. Chen C., Zhu M., Sun Y. et al. Bimanual microincision versus standard coaxial small – incision cataract surgery: meta-analysis of randomized controlled trials // *Eur. J. Ophthalmol.* – 2015. – № 25 (2). – P. 119–127.
 6. Surgically induced astigmatism after 3.0 mm temporal and nasal clear corneal incisions in bilateral cataract surgery // J. H. Yoon, K. H. Kim, J. Y. Lee, D H. Nam // *Ind. J. Ophthalmol.* – 2013. – № 61 (11). – P. 645–648.
 7. Wilczynski M., Supady E., Piotr L. et al. Comparison of surgically induced astigmatism after coaxial phacoemulsification through 1,8 mm microincision and bimanual phacoemulsification through 1,7 mm microincision // *J. Cataract. Refract. Surg.* – 2009. – № 35 (9). – P. 1563–1569.
 8. Luo L., Lin H., He M. et al. Clinical evaluation of three incision size-dependent phacoemulsification systems // *Am. J. Ophthalmol.* – 2012. – № 153 (5). – P. 831–839.
 9. Rho C. R., Joo C. K. Effects of steep meridian incision on corneal astigmatism in phacoemulsification cataract surgery // *J. Cataract Refract. Surg.* – 2012. – № 38 (4). – P. 666–671.
 10. Denoyer A., Ricaud X., Van Went C. et al. Influence of corneal biomechanical properties on surgically induced astigmatism in cataract surgery // *J. Cataract Refract. Surg.* – 2013. – № 39 (8). – P. 1204–1210.
 11. Астахов Ю. С., Потемкин В. В. Толщина и биомеханические свойства роговицы: как их измерить и какие факторы на них влияют // *Офтальмолог. ведом.* – 2008. – Т. 1. – № 4. – С. 36–43.
 12. Потемкин В. В. Толщина роговицы как фактор риска первичной открытоугольной глаукомы: дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2009.
 13. Kotecha A., White E. T., Shewry J. M. et al. The Relative Effects of Corneal Thickness and Age on Goldmann Applanation Tonometry and Dynamic Contour Tonometry // *Br. J. of Ophthalmology.* – 2005. – Vol. 89. – P. 1572–1575.
 14. Ahoor M., Sorkhabi R., Najafzadeh F. et al. Corneal Biomechanical Properties in Pseudoexfoliation Syndrome // *Scientific journal of Eye bank of I. R. Iran.* – 2016. – № 22 (1). P. 14–20.
 15. Oltulu, Refik, Satirtav et al. Characteristics of the cornea in patients with pseudoexfoliation syndrome // *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia.* – 2015. – № 78 (6). – P. 348–351.
 16. Corneal Biomechanical Comparison of Pseudoexfoliation Syndrome, Pseudoexfoliative Glaucoma and Healthy Subjects / S. Yazgan, U. Celik, N. Alagöz, M. Taş // *Current Eye Research.* – 2015. – Vol. 40. – Is. 5. – P. 470–475.
 17. Tomaszewski B. T., Zalewska R., Mariak Z. Evaluation of the Endothelial Cell Density and the Central Corneal Thickness in Pseudoexfoliation Syndrome and Pseudoexfoliation Glaucoma // *J. of Ophthalmology.* – 2014. Doi: 10.1155/2014/123683.
 18. Martone G., Casprini F., Traaversi C. et al. Pseudoexfoliation syndrome: in vivo confocal microscopy analysis // *Clin. Exp. Ophthalmol.* – 2007. – № 35. – P. 582–585.
 19. Principles and Practice of Ophthalmology. Ch. 120 / D. M. Albert, J. W. Miller, D. T. Azar, B. A. Blodi. – 3rd ed. – Saunders Company, Philadelphia, 2008.
 20. Henderson B., Pineda R., Ament C. et al. Essentials of Cataract Surgery. Ch. 7. – Slack Incorporated Online Library, 2007.
 21. Kohnen T. Corneal Shape Changes and Astigmatic Aspects of Scleral and Corneal Tunnel Incisions // *J. of Cataract Refractive Surgery.* – 1997. – № 23. – P. 301–302.
 22. Pakravan M., Nikkha H., Yazdani S. et al. Astigmatic Outcomes of Temporal versus Nasal Clear Corneal Phacoemulsification // *J. of Ophthalmic Vision Research.* – 2009. – № 4. – P. 79–83.
 23. Ozkurt Y., Erdogan G., Guveli A. K. et al. Astigmatism after Superonasal and Superotemporal Clear Corneal Incisions in Phacoemulsification // *Int. Ophthalmology.* – 2008. – № 28. – P. 329–332.
 24. Henderson B., Pineda R., Ament C. et al. Essentials of cataract surgery. Ch. 6. – Slack Incorporated, R2 Online Library, 2007.
 25. Simsek S., Yasar T., Demirok A. et al. Effect of Superior and Temporal Clear Corneal Incisions on Astigmatism after Sutureless Phacoemulsification // *J. of Cataract Refractive Surgery* – 1998. – № 24. – P. 515–518.
 26. Rainer G., Menapace R., Vass C. et al. Corneal Shape Changes after Temporal and Superolateral 3,0 mm Clear Corneal Incisions // *J. of Cataract Refractive Surgery.* – 1999. – № 25. – P. 1121–1126.
 27. Ermis S. S., Inan U. U., Ozturk F. Surgically Induced Astigmatism after Superotemporal and Superonasal Clear Corneal Incisions in Phacoemulsification // *J. of Cataract Refractive Surgery.* – 2004. – № 30. – P. 1316–1319.
 28. Comparison of the Keratometric Corneal Astigmatic Power after Phacoemulsification: Clear Temporal Corneal Incision versus Superior Scleral Tunnel Incision / Y. He, S. Hu, M. Chen, D. Li // *J. of Ophthalmology.* – 2009. ID: 210621.
 29. Ernest P., Hill W., Potvin R. Minimizing Surgically Induced Astigmatism at the Time of Cataract Surgery Using a Square Posterior Limbal Incision // *J. of Ophthalmology.* – 2011. ID: 243170.
 30. Ernest P., Tipperman R., Eagle R. et al. Is There a Difference in Incision Healing Based on Location? // *J. of Cataract Refractive Surgery.* – 1998. – № 24. – P. 482–486. [http://dx.doi.org/10.1016/S0886-3350\(98\)80288-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0886-3350(98)80288-5) (дата обращения 28.06.2018).

REFERENCES

6. Yoon JH, Kim KH, Lee JY, Nam DH. Surgically induced astigmatism after 3.0 mm temporal and nasal clear corneal incisions in bilateral cataract surgery. *Indian J Ophthalmol* 2013;61(11):645-648
7. Wilczynski M, Supady E, Piotr L, Synder A, Palenga-Pydyn D, Omulecki W. Comparison of surgically induced astigmatism after coaxial phacoemulsification through 1.8 mm microincision and bimanual phacoemulsification through 1.7 mm microincision. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35(9): 1563-1569
8. Luo L, Lin H, He M, Congdon N, Yang Y, Liu Y. Clinical evaluation of three incision size-dependent phacoemulsification systems. *Am J Ophthalmol* 2012;153(5):831-839
9. Rho CR, Joo CK. Effects of steep meridian incision on corneal astigmatism in phacoemulsification cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2012;38(4):666-671
10. Denoyer A, Ricaud X, Van Went C, Labb A, Baudouin C. Influence of corneal biomechanical properties on surgically induced astigmatism in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2013;39(8): 1204-1210
11. Astakhov Yu.S., Potemkin V.V. The thickness and biomechanical properties of the cornea: how to measure them and what factors affect them / *Oftal'mologicheskie vedomosti Tom 1 № 4*, 2008
12. Potemkin V.V. The thickness of the cornea as a risk factor for primary open-angle glaucoma // *Diss., k.m.n. SPb, 2009*
13. Kotecha A.; White E.T.; Shewry J.M.; Garway-Heath D.F. The Relative Effects of Corneal Thickness and Age on Goldmann Applanation Tonometry and Dynamic Contour Tonometry // *British Journal of Ophthalmology*. -2005. -Vol.89.-P.1572-1575
14. Ahoor M, Sorkhabi R, Najafzadeh F, Salimi M, Shahbazi A. Corneal Biomechanical Properties in Pseudoexfoliation Syndrome. 3. 2016; 22 (1) :14-20 15.
15. Oltulu, Refik, Satirtav, Gunhal, Kayitmazbatir, Emine Tinkir, Bitirgen, Gulfidan, Ozkagnici, Ahmet, & Karaibrahimoglu, Adnan. (2015). Characteristics of the cornea in patients with pseudoexfoliation syndrome. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, 78(6), 348-351
16. Yazgan S., Celik U., Alagöz N., and Taş M. Corneal Biomechanical Comparison of Pseudoexfoliation Syndrome, Pseudoexfoliative Glaucoma and Healthy Subjects/ *Current Eye Research* Vol. 40 , Iss. 5,2015
17. Tomaszewski BT, Zalewska R, Mariak Z. Evaluation of the Endothelial Cell Density and the Central Corneal Thickness in Pseudoexfoliation Syndrome and Pseudoexfoliation Glaucoma. *Journal of Ophthalmology* 2014;2014:123683. doi:10.1155/2014/123683
18. Martone G Casprini F Traaversi C Lepri F Picherri P Caporossi A . Pseudoexfoliation syndrome: in vivo confocal microscopy analysis. *Clin Exp Ophthalmol*. 2007; 35:582–585
19. Albert, D.M., Miller, J.W., Azar, D.T. and Blodi, B.A. (2008) *Principles and Practice of Ophthalmology*. 3rd Edition, Saunders Company, Philadelphia, Chapter 120.
20. Henderson, B., Pineda, R., Ament, C., Chen, S. and Kim, J. (2007) *Essentials of Cataract Surgery*. Slack Incorporated Online Library, Chapter 7.
21. Kohnen, T. (1997) *Corneal Shape Changes and Astigmatic Aspects of Scleral and Corneal Tunnel Incisions*. *Journal of Cataract Refractive Surgery*, 23, 301-302.
22. Pakravan, M., Nikkhah, H., Yazdani, S., Shahabi, C. and Rahimabadi, M.S.M. (2009) *Astigmatic Outcomes of Temporal versus Nasal Clear Corneal Phacoemulsification*. *Journal of Ophthalmic Vision Research*, 4, 79-83.
23. Ozkurt, Y., Erdogan, G., Guveli, A.K., et al. (2008) *Astigmatism after Superonasal and Superotemporal Clear Corneal Incisions in Phacoemulsification*. *International Ophthalmology*, 28, 329-332.
24. Henderson, B., Pineda, R., Ament, C., Chen, S. and Kim, J. (2007) *Essentials of cataract surgery*. Slack Incorporated, R2 Online Library, Chapter 6.
25. Simsek, S., Yasar, T., Demirok, A., Cinal, A. and Yilmaz, O.F. (1998) *Effect of Superior and Temporal Clear Corneal Incisions on Astigmatism after Sutureless Phacoemulsification*. *Journal of Cataract Refractive Surgery*, 24, 515-518.
26. Rainer, G., Menapace, R., Vass, C., Annen, D., Findl, O. and Schmetterer, K. (1999) *Corneal Shape Changes after Temporal and Superolateral 3.0 mm Clear Corneal Incisions*. *Journal of Cataract Refractive Surgery*, 25, 1121-1126.
27. Ermis, S.S., Inan, U.U. and Ozturk, F. (2004) *Surgically Induced Astigmatism after Superotemporal and Superonasal Clear Corneal Incisions in Phacoemulsification*. *Journal of Cataract Refractive Surgery*, 30, 1316-1319.
28. He, Y., hu, S., Chen, M. and Li, D. (2009) *Comparison of the Keratometric Corneal Astigmatic Power after Phacoemulsification: Clear Temporal Corneal Incision versus Superior Scleral Tunnel Incision*. *Journal of Ophthalmology*, 2009, Article ID: 210621.
29. Ernest, P., Hill, W. and Potvin, R. (2011) *Minimizing Surgically Induced Astigmatism at the Time of Cataract Surgery Using a Square Posterior Limbal Incision*. *Journal of Ophthalmology*, 2011, Article ID: 243170.
30. Ernest, P., Tipperman, R., Eagle, R., et al. (1998) *Is There a Difference in Incision Healing Based on Location?* *Journal of Cataract Refractive Surgery*, 24, 482-486. [http://dx.doi.org/10.1016/S0886-3350\(98\)80288-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0886-3350(98)80288-5)

Дата поступления статьи 03.02.2018 г.

Дата публикации статьи 25.06.2018 г.