



Оригинальные работы / Original papers

© В. В. Потемкин, Е. Л. Акопов, Е. В. Агеева, 2017 г.
УДК 617.72-002-073.178

В. В. Потёмкин*, Е. Л. Акопов, Е. В. Агеева

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

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ РОГОВОЙ ОБОЛОЧКИ ПРИ ПСЕВДОЭКСФОЛИАТИВНОМ СИНДРОМЕ НА СТЕПЕНЬ СОГЛАСИЯ МЕЖДУ ТОНОМЕТРОМ МАКЛАКОВА И ДИНАМИЧЕСКИМ КОНТУРНЫМ ТОНОМЕТРОМ PASCAL

Резюме

Введение. При псевдоэксфолиативном синдроме (ПЭС) имеют место морфологические изменения роговой оболочки, которые могут влиять на ее биомеханические свойства. Последние, в свою очередь, влияют на результаты измерения внутриглазного давления (ВГД). **Цель работы:** оценка влияния ПЭС на ошибку измерения ВГД тонометром Маклакова, связанную со свойствами роговицы.

Материал и методы. Основная группа – 126 пациентов с ПЭС, группа контроля – 104 пациента без ПЭС. Основной оценочный показатель – разница между уровнями ВГД, измеренного с помощью тонометра Маклакова и тонометром Pascal, а также степень их согласия. Тонометр Pascal – референтный тонометр.

Результаты и выводы. Разница между уровнями ВГД в группах была недостоверна. ПЭС не вызывает значимой тонометрической ошибки, связанной со свойствами роговой оболочки, при использовании тонометра Маклакова.

Ключевые слова: внутриглазное давление, псевдоэксфолиативный синдром, биомеханические свойства роговицы

Потемкин В. В., Акопов Е. Л., Агеева Е. В. Влияние изменений роговой оболочки при псевдоэксфолиативном синдроме на степень согласия между тонометром Маклакова и динамическим контурным тонометром Pascal. Ученые записки СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова. 2017;24(2):46–51. DOI: 10.24884/1607-4181-2017-24-2-46-51.

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

© V. V. Potemkin, E. L. Akopov, E. V. Ageeva, 2017
UDC 617.72-002-073.178

V. V. Potemkin*, E. L. Akopov, E. V. Ageeva

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Academician I. P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

IMPACT OF CORNEAL CHANGES IN PSEUDOEXFOLIATIVE SYNDROME ON THE COORDINATION DEGREE BETWEEN THE MAKLAKOV TONOMETER AND THE PASCAL DYNAMIC CONTOUR TONOMETER

Abstract

Introduction. Pseudoexfoliative syndrome (PEX) changes the morphological structure of cornea that can affect its biomechanical properties. These properties affect the results of the intraocular pressure (IOP) measurement.

Purpose of the study is to estimate the effect of PEX on the error in intraocular pressure measurement (IOP) with Maklakov tonometer in relation to properties of the cornea.

Materials and methods. The main group – 126 patients with PEX, reference group – 104 patients without PEX. The main estimated indicator is the difference between the levels of IOP measured by the Maklakov tonometer and Pascal tonometer and coordination between two methods. Pascal tonometer was used as a reference one.

Results and conclusions. The difference between the levels of IOP in the groups was unreliable. When measurements are made with Maklakov tonometer, PEX does not cause the significant tonometry error associated with properties of the cornea.

Key words: intraocular pressure, pseudoexfoliative syndrome, biomechanical properties of the cornea

Potemkin V. V., Akopov E. L., Ageeva E. V. Impact of corneal changes in pseudoexfoliative syndrome on the coordination degree between the Maklakov tonometer and the Pascal dynamic contour tonometer. The Scientific Notes of IPP-SPSMU. 2017;24(2):46–51. (In Russ.). DOI: 10.24884/1607-4181-2017-24-2-46-51.

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

ВВЕДЕНИЕ

Псевдоэксфолиативный синдром (ПЭС) — широко распространенное системное заболевание, основу которого составляют продукция и накопление патологического внеклеточного материала, подобного амилоиду [1–4]. Для диагностики ПЭС достаточно рутинного биомикроскопического исследования. Основными проявлениями ПЭС являются скопления беловато-серого хлопьевидного материала по зрачковому краю радужной оболочки и на передней капсуле хрусталика [3–6]. ПЭС является системным заболеванием. Патологический материал был обнаружен в сердце, легких, почках, печени, желчном пузыре и мозговых артериях [7–9].

Все структуры переднего отрезка глазного яблока подвержены влиянию ПЭС. Подробнее остальных изучены изменения роговой оболочки. X. Zheng et al. при помощи *in vivo* конфокальной микроскопии показали достоверно значимое снижение плотности базальных клеток эпителия, кератоцитов стромы и клеток эндотелия при ПЭС [10]. Как количественные, так и морфологические изменения эпителия, стромы и эндотелия, имеющие место при ПЭС, предположительно, сопровождаются изменениями экстрацеллюлярного матрикса. Совокупность этих изменений может влиять на биомеханические свойства роговой оболочки [11].

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 [12–14]. 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). КГ отражает в большей степени вязкостные свойства роговицы [13,14].

Изучению биомеханических свойств роговицы при 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) [8, 15–17]. Также при ПЭС имеет место снижение толщины центральной зоны роговицы (ТЦЗР) [15–19].

Влияние биомеханических свойств роговой оболочки на результаты апланационной тонометрии подтверждено в ряде исследований и не вызывает сомнений. Принципиально отличается динамический контурный тонометр Pascal отсутствием апланации и значимой деформации роговицы, поэтому как биомеханические свойства, так и толщина последней практически не влияют на показания прибора [12, 13, 20]. На сегодняшний день наиболее распространенным методом измерения ВГД в России и странах бывшего СССР является тонометрия по Маклакову, в Европе и США — тонометрия по Гольдману. Показано, что ТЦЗР оказывает значимое влияние на уровень ВГД, измеренного по методу Маклакова у здоровых добровольцев, однако в сравнении с показаниями тонометра Гольдмана, пневмотонометра и тонометра Шиотца это влияние существенно меньше [13].

ПЭС способствует изменению биомеханических свойств роговицы и ее толщины, вследствие чего возникает вопрос — необходимо ли это учитывать при измерении ВГД апланационным тонометром Маклакова?

Цель работы — оценка влияния наличия ПЭС на ошибку измерения ВГД тонометром Маклакова, связанную со свойствами роговицы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В рамках исследования были обследованы 230 пациентов (460 глаз), поступивших для хирургического лечения катаракты на V микро-хирургическое отделение ГМПБ № 2 в период с декабря 2015 по июнь 2016 г. Основную группу составили 126 пациентов с ПЭС, группу контроля — 104 пациента без ПЭС. Основным критерием отбора в основную группу было обнаружение псевдоэксфолиативного материала на передней капсуле хрусталика, по зрачковому краю или в углу передней камеры. Критериями исключения были наличие глаукомы, а также применение гипотензивных капель.

Группы были равноценны по полу и возрасту (табл. 1). Всем пациентам, помимо стандартного офтальмологического обследования, выполнялась оценка ВГД с помощью тонометра Маклакова и с помощью динамического контурного тонометра (ДКТ) Pascal (SMT Swiss Microtechnology AG), датчик которого имеет вогнутую поверхность в виде контура, повторяющего форму роговицы (рис. 1).

Таблица 1

Характеристика групп

Table 1

Characteristics of groups			
Показатель	Основная группа (n=126)	Группа контроля (n=104)	Достоверность разницы, p
Возраст, лет	73,9±7,1	71,8±7,6	p=0,141
Пол:			
женский	86 (68,25 %)	72 (69,2 %)	p=0,066
мужской	40 (31,75 %)	32 (30,8 %)	



Рис. 1. Внешний вид динамического контурного тонометра Pascal

Fig. 1. Appearance of Pascal dynamic contour tonometer

Принципиально важным отличием тонометра Pascal является отсутствие аппланации, что позволяет исключить влияние свойств роговицы на результаты исследований. Ошибки измерения учитывались автоматически и регистрировались в виде показателя качества исследования Q, который может варьировать от 1 (отличное качество) до 5 (неприемлемое качество) [10]. Анализировались данные при Q от 1 (отличное качество) до 3 (удовлетворительное качество).

Для оценки согласия между методами применяли анализ по Bland – Altman, суть которого в распределении разницы между результатами методов вокруг среднего значения между ними. Анализ по Bland – Altman позволяет ответить на вопрос, можно ли сравнивать результаты, полученные разными методами. Для этого используется удвоенное стандартное отклонение средней разницы между результатами методов (J. M. Bland, D. G. Altman, 1987). Данный вид анализа рекомендован Международным глаукомным обществом для сравнения тонометров (AIGS Consensus on Intraocular Pressure, 2007).

Статистическая обработка данных была выполнена при помощи программы «SPSS Statistics v20.0». Соотношение количественных переменных в двух независимых группах оценивалось при помощи t-теста. Проверка нормальности осуществлялась при помощи критерия Колмогорова – Смирнова.

Полученные данные в различных группах

Characteristics of the data obtained in different groups

Показатель	Основная группа (n=126)	Группа контроля (n=104)	Достоверность разницы, p
ВГД по Маклакову, мм рт. ст.	17,9±2,16	16,7±1,94	p=0,08
ВГД по Pascal, мм рт. ст.	14,4±1,9	12,6±2,03	p=0,06
Разница между ВГД, измеренным двумя тонометрами, мм рт. ст.	3,5±1,8	4,1±1,8	p=0,33

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

ВГД, измеренное с помощью тонометра Маклакова, достоверно не отличалось в обеих группах (p=0,08). Достоверной разницы в уровне ВГД, измеренного с помощью ДКТ, также обнаружено не было (p=0,06). Разница между уровнями ВГД, измеренного ДКТ Pascal и тонометром Маклакова, между группами присутствовала, однако была недостоверной (табл. 2).

На рис. 2; 3 продемонстрированы результаты анализа согласия по Bland – Altman для тонометра Маклакова и ДКТ в обеих группах. ДКТ рассматривался как референтный тонометр, так как на результаты его измерений не влияют толщина и биомеханические свойства роговой оболочки.

В группе с ПЭС ВГД по ДКТ в среднем на 3,5 мм рт. ст. ниже, чем ВГД по Маклакову. В рамках 95 %-го доверительного интервала при измерении ВГД пациенту с ПЭС тонометром Маклакова в одних и тех же условиях одному и тому же пациенту можно получить результат на 8,6 мм рт. ст. выше или на 1,6 мм рт. ст. ниже, чем ВГД по ДКТ.

В группе без ПЭС ВГД по ДКТ в среднем на 4,1 мм рт. ст. ниже, чем ВГД по Маклакову. При этом в рамках 95 %-го доверительного интервала при измерении ВГД пациенту без ПЭС с помощью тонометра Маклакова можно получить результат на 9,6 мм рт. ст. выше или на 1,3 мм рт. ст. ниже, чем ВГД по ДКТ.

ПЭС способствует изменению морфологических свойств роговицы, что проявляется не только снижением плотности клеток во всех слоях роговицы, но и уплотнением боуменовой и десцеметовой оболочек. Влияние биомеханических свойств роговицы на результаты аппланационной тонометрии может стать причиной тонометрической ошибки. Основной вопрос, на которой мы искали ответ, был следующим: необходимо ли учитывать наличие ПЭС при измерении ВГД тонометром Маклакова? Тот факт, что биомеханические свойства и толщина роговицы не оказывают влияния на тонометрию при помощи ДКТ, позволил нам использовать этот метод в качестве референтного.

Анализ по Bland – Altman позволяет оценить возможность использования одного метода измерения вместо другого, а также сравнения результатов, полученных этими методами. Данный анализ показал, что в рамках 95 %-го доверительного интервала при ПЭС при измерении ВГД с помощью Маклакова в одних и тех же условиях одному и тому же пациенту можно получить результат на 8,6 мм рт. ст. выше или на 1,6 мм рт. ст. ниже, чем ВГД по ДКТ, а при отсутствии ПЭС – на

Таблица 2

Table 2

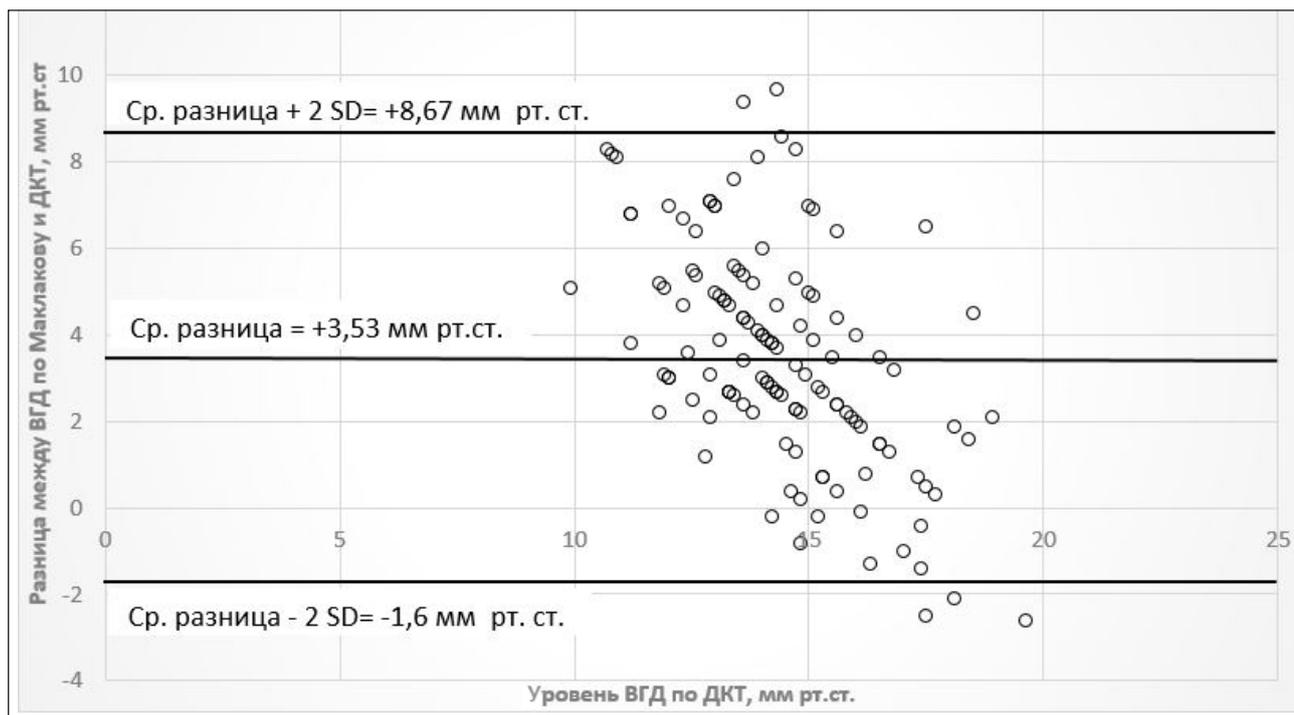


Рис. 2. Результаты анализа согласия между тонометром Маклакова и ДКТ в основной группе
 Fig. 2. Results of the analysis of coordination between the Maklakov tonometer and DCT in the main group.
 DCT – referencetonometer

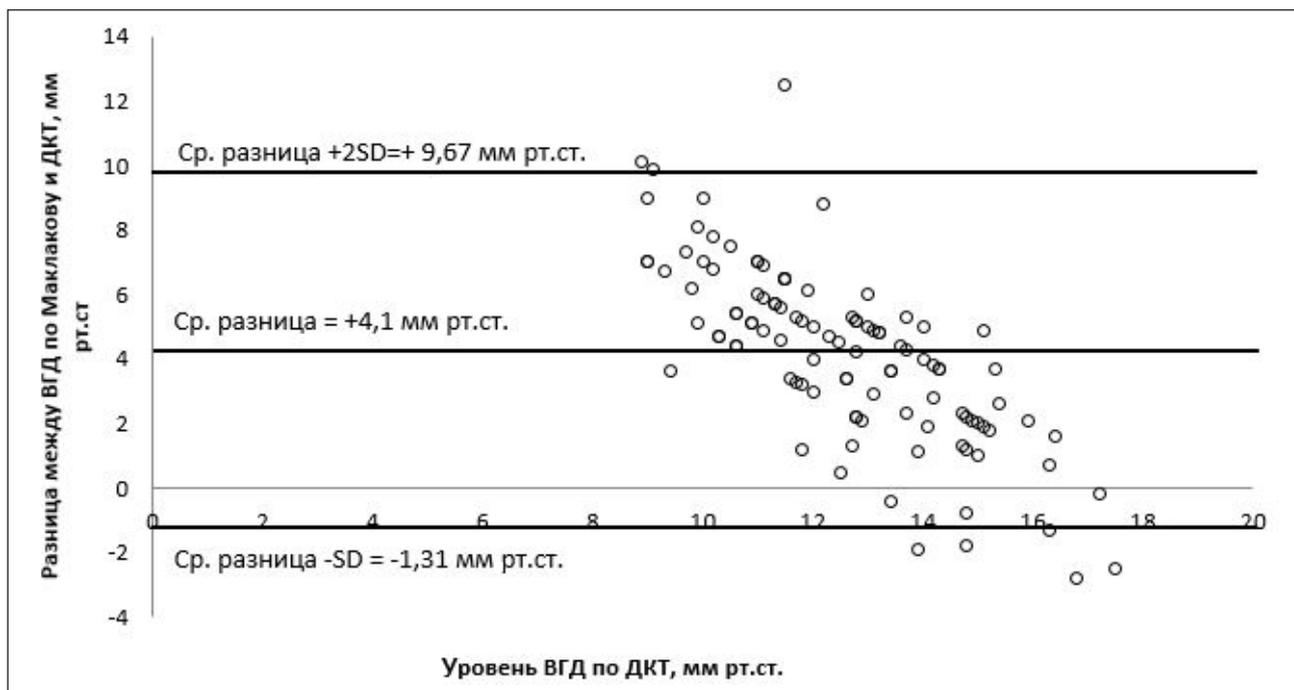


Рис. 3. Результаты анализа согласия тонометром Маклакова и ДКТ в группе контроля
 Fig. 3. Results of the analysis of coordination between the Maklakov tonometer and DCT in the reference group.
 DCT – reference tonomete

9,6 мм рт. ст. выше или на 3,6 мм рт. ст. ниже. Полученные данные продемонстрировали отсутствие зависимости уровня ВГД, измеренного различными по принципу работы тонометрами, от наличия ПЭС.

ВЫВОДЫ

1. Достоверно различия средней разницы ВГД, измеренного тонометром Маклакова и ДКТ, при ПЭС и без него не выявлено.

2. Достоверного различия согласия между тонометром Маклакова и ДКТ в группах с ПЭС и без него не наблюдается.

3. Полученные данные свидетельствуют об отсутствии значимого влияния ПЭС на величину тонометрической ошибки при использовании метода Маклакова, связанной с биомеханическими свойствами и толщиной роговицы.

4. При использовании тонометра Маклакова в клинической практике можно не учитывать влияния измененных при ПЭС вязко-эластических свойств и толщины роговицы на результаты измерения ВГД.

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов.

Conflicts of interest

Authors declare no conflict of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bialasiewicz A. A., Wali U., Shenoy R., Al-Saeidi R. Patients with secondary open-angle glaucoma in pseudoexfoliation (PEX) syndrome among a population with high prevalence of PEX. Clinical findings and morphological and surgical characteristics // *Ophthalmologie*. — 2006. — Vol. 102. — P. 1064–1068.
2. Naumann G. O., Schlötzer-Schrehardt U., Kühle M. Pseudoexfoliation syndrome for the comprehensive ophthalmologist. Intraocular and systemic manifestations // *Ophthalmology*. — 1998. — P. 951–968.
3. Schlötzer-Schrehardt U., Naumann G. O. Ocular and systemic pseudoexfoliation syndrome // *Am. J. Ophthalmol.* — 2006. — P. 921–937.
4. Schlötzer-Schrehardt U., Koca M., Naumann G. O., Volkholz H. Pseudoexfoliation syndrome: ocular manifestation of a systemic disorder // *Arch. Ophthalmol.* — 1992. — № 110. — P. 1752–1756.
5. Andrikopoulos G. K., Mela E. K., Georgakopoulos C. D. et al. Pseudoexfoliation syndrome prevalence in Greek patients with cataract and its association to glaucoma and coronary artery disease // *Eye (Lond.)*. — 2009. — № 23. — P. 442–447.
6. Linner E., Popovic V., Gottfries C.-G. et al. The exfoliation syndrome in cognitive impairment of cerebrovascular or Alzheimer's type // *Acta. Ophthalmol. Scand.* — 2001. — № 79. — P. 283–285.
7. Akarsu C., Unal B. Cerebral haemodynamics in patients with pseudoexfoliation glaucoma // *Eye (Lond.)*. — 2005. — № 19 (12). — P. 1297–1300.
8. Streeten B. W., Li Z.-Y., Wallace R. N. et al. Pseudoexfoliative fibrillopathy in visceral organs of a patient with pseudoexfoliation syndrome // *Arch. Ophthalmol.* — 1992. — № 110. — P. 1757–1762.
9. Schumacher S., Schlötzer-Schrehardt U., Martus P. et al. Pseudoexfoliation syndrome and aneurysms of the abdominal aorta // *Lancet*. — 2001. — № 357. — P. 359–360.
10. Zheng X., Inoue Y., Shiraishi A. et al. In vivo confocal microscopic and histological findings of unknown bullous keratopathy probably associated with pseudoexfoliation syndrome // *BMC Ophthalmol.* — 2012. — № 12. — P. 17.
11. Hjortdal J. O., Jensen P. K. Extensibility of the normohydrated human cornea // *Acta Ophthalmol. Scand.* — 1995. — № 73. — P. 12–17.

12. 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.

13. Потемкин В. В. Толщина роговицы как фактор риска первичной открытоугольной глаукомы: дис. ... канд. мед. наук. — СПб., 2009.

14. Kotecha A., White E. T., Shewry J. M. The Relative Effects of Corneal Thickness and Age on Goldmann Applanation Tonometry and Dynamic Contour Tonometry // *Br. Journ. of Ophthalmology*. — 2005. — Vol. 89. — P. 1572–1575.

15. Ahoor M., Sorkhabi R., Najafzadeh F. et al. Corneal Biomechanical Properties in Pseudoexfoliation Syndrome. — 2016. — № 22 (1). — P. 14–20.

16. Oltulu, Refik, Satirtav et al. Characteristics of the cornea in patients with pseudoexfoliation syndrome // *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*. — 2015. — № 78 (6). — P. 348–351.

17. Yazgan S., Celik U., Alagöz N., Taş M. Corneal Biomechanical Comparison of Pseudoexfoliation Syndrome, Pseudoexfoliative Glaucoma and Healthy Subjects // *Current Eye Research*. — 2015. — Vol. 40. — Is. 5.

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. Tomaszewski B. T., Zalewska R., Mariak Z. Evaluation of the Endothelial Cell Density and the Central Corneal Thickness in Pseudoexfoliation Syndrome and Pseudoexfoliation Glaucoma // *Journ. of Ophthalmology*. — 2014. doi:10.1155/2014/123683.

20. Астахов Ю. С., Акопов Е. Л., Потемкин В. В. Аппланационная и динамическая контурная тонометрия: сравнительный анализ // *Офтальмолог. ведом.* — 2008. — Т. 1. — № 1. — С. 4–11

REFERENCES

1. Bialasiewicz A.A., Wali U., Shenoy R., Al-Saeidi R. Patients with secondary open-angle glaucoma in pseudoexfoliation (PEX) syndrome among a population with high prevalence of PEX. Clinical findings and morphological and surgical characteristics. // *Ophthalmologie* 2006: Vol. 102: 1064-1068.
2. Naumann G.O., Schlötzer-Schrehardt U., Kühle M. Pseudoexfoliation syndrome for the comprehensive ophthalmologist. Intraocular and systemic manifestations // *Ophthalmology* 1998: 951-968.
3. Schlötzer-Schrehardt U., Naumann G.O. Ocular and systemic pseudoexfoliation syndrome. // *Am. J. Ophthalmol.* 2006: 921-937.
4. Schlötzer-Schrehardt U., Koca M., Naumann G.O., Volkholz H. Pseudoexfoliation syndrome: ocular manifestation of a systemic disorder. // *Arch Ophthalmol* 1992; 110: 1752–1756.
5. Andrikopoulos G.K., Mela E.K., Georgakopoulos C.D., Papadopoulos G.E., Damelou A.N., Alexopoulos D.K., Gartaganis S.P. Pseudoexfoliation syndrome prevalence in Greek patients with cataract and its association to glaucoma and coronary artery disease. // *Eye (Lond)* 2009;23:442–447.
6. Linner E., Popovic V., Gottfries C.-G. et al. The exfoliation syndrome in cognitive impairment of cerebrovascular or Alzheimer's type. // *Acta. Ophthalmol. Scand.* 2001;79: 283–285.
7. Akarsu C, Unal B. Cerebral haemodynamics in patients with pseudoexfoliation glaucoma // *Eye (Lond)*. 2005 Dec; 19(12):1297-300.
8. Streeten B.W, Li Z-Y, Wallace R.N., Eagle R.C., Keshgegian A.A. Pseudoexfoliative fibrillopathy in visceral organs of a patient with pseudoexfoliation syndrome. // *Arch Ophthalmol* 1992; 110:1757–1762.
9. Schumacher S., Schlötzer-Schrehardt U., Martus P., Lang W., Naumann G.O. Pseudoexfoliation syndrome and aneurysms of the abdominal aorta. // *Lancet* 2001;357:359–360.
10. Zheng X, Inoue Y, Shiraishi A, Hara Y, Goto T, Ohashi Y. In vivo confocal microscopic and histological findings of unknown

bullous keratopathy probably associated with pseudoexfoliation syndrome. BMC Ophthalmol. 2012;12:17

11. Hjortdal JO, Jensen PK. Extensibility of the normohydrated human cornea. Acta Ophthalmol Scand 1995;73: 12 – 17

12. Astakhov Yu. S., Potemkin V.V. The thickness and biomechanical properties of the cornea: how to measure them and what factors affect them / Oftal'mologicheskiedomosti: № 4, 2008

13. Potemkin V.V. The thickness of the cornea as a risk factor for primary open-angle glaucoma, Diss., Cand. St. Petersburg, 2009

14. 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

15. Ahoor M, Sorkhabi R, Najafzadeh F, Salimi M, Shahbazi A. Corneal Biomechanical Properties in Pseudoexfoliation Syndrome. 3. 2016; 22 (1) :14-20

16. Oltulu, Refik, Satirtav, Gunhal, Kayitmazbatir, EmineTinkir, Bitirgen, Gulfidan, Ozkagnici, Ahmet, & Karaibrahi-

moglu, Adnan. (2015). Characteristics of the cornea in patients with pseudoexfoliation syndrome. Arquivos Brasileiros de Oftalmologia, 78(6), 348-351.

17. 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

18. Martone G., Casprini F., Traaversi C., Lepri F., Picherri P., Caporossi A. Pseudoexfoliation syndrome: in vivo confocal microscopy analysis. ClinExpOphthalmol. 2007;35:582 – 585

19. 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.

20. Astakhov Yu. S., Akopov E.L. Potemkin V.V. Applanation and dynamic contour tonometry: a comparative analysis/ Oftal'mologicheskiedomosti1 : № 1, 2008

Дата поступления статьи 22.03.2017

Дата публикации статьи 25.06.2017