

Влияние факоэмульсификации на состояние эндотелия роговицы у пациентов с псевдоэксфолиативным синдромом

В.В. Потемкин — канд. мед. наук, доцент кафедры офтальмологии², врач-офтальмолог¹

Т.С. Варганова — канд. мед. наук, врач-офтальмолог¹

Е.В. Агеева — врач-офтальмолог¹

¹ СПб ГБУЗ «Городская многопрофильная больница № 2», 194354, Санкт-Петербург, Учебный пер., д. 5

² ГБОУ ВПО ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова Минздрава России, 197022, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8

Воздействие псевдоэксфолиативного синдрома (ПЭС) на клетки эндотелия является предметом изучения уже давно. Влияние же факоэмульсификации (ФЭ) на состояние эндотелия у пациентов с ПЭС изучено в меньшей степени. Цель — оценить влияние ФЭ на плотность эндотелиальных клеток роговицы и на коэффициент вариации у пациентов с ПЭС. Материал и методы. Обследовано 64 пациента (30 пациентов с ПЭС и 34 пациента без ПЭС). Всем пациентам была выполнена ФЭ. Плотность эндотелиальных клеток роговицы и коэффициент вариации оценивались до и после ФЭ. Результаты. У пациентов с ПЭС плотность клеток после ФЭ была достоверно ниже, коэффициент вариации достоверно выше ($p < 0,05$). Заключение. Наличие ПЭС оказывает отрицательное влияние на эндотелий роговицы и приводит к выраженной потере клеток после ФЭ.

Ключевые слова: факоэмульсификация, псевдоэксфолиативный синдром, эндотелий, эндотелиальная микроскопия.

Для цитирования: Потемкин В.В., Варганова Т.С., Агеева Е.В. Влияние факоэмульсификации на состояние эндотелия роговицы у пациентов с псевдоэксфолиативным синдромом.

Российский офтальмологический журнал. 2019; 12 (1): 50-5. doi: 10.21516/2072-0076-2019-12-1-50-55

Псевдоэксфолиативный синдром (ПЭС) — системное, ассоциированное с возрастом заболевание, суть которого заключается в продукции и накоплении внеклеточного амилоидоподобного материала в структурах глазного яблока и целого ряда других органов и тканей [1–5]. Наиболее простым способом диагностики синдрома является биомикроскопия. Осмотр позволяет обнаружить скопления беловато-серого хлопьевидного материала по зрачковому краю радужки, на передней капсуле хрусталика, а также на эндотелии роговицы [3, 4, 6]. К последствиям скопления патологического материала можно отнести открыто- и закрытоугольную глаукому, слабость и/или нарушение прикрепления связочного аппарата хрусталика, подвывих

и дислокацию хрусталика, нарушение стабильности слезной пленки [1].

Эндотелий роговицы представляет собой монослой гексагональных клеток. Средняя плотность клеток эндотелия у взрослых составляет 2500 клеток/мм², а ежегодная их потеря — около 0,6 %. Целостность эндотелия важна для поддержания прозрачности роговицы [7]. В ответ на различные воздействия слой эндотелиальных клеток претерпевает ряд изменений. Последнее выражается в морфологических преобразованиях, а именно в изменении размера (полимегатизм) и формы (полиморфизм) клеток. Полимегатизм проявляется увеличением размера клеток, а полиморфизм — уменьшением процента клеток гексагональной формы [7, 8].

По данным ряда исследований, при ПЭС зачастую имеют место следующие изменения эндотелия роговицы: снижение плотности клеток эндотелия [9–15] и полиморфизм [9, 10]. Эндотелиопатия, ассоциированная с ПЭС, — медленно прогрессирующее заболевание эндотелия роговицы, всегда двустороннее, но асимметричное. Приводит к ранней декомпенсации эндотелия роговицы, которая может быть причиной развития буллезной кератопатии и резкого снижения зрения [16].

Общеизвестно, что наличие ПЭС повышает риск интра- и послеоперационных осложнений во время факоэмульсификации (ФЭ) из-за плохо расширяющегося зрачка и слабости связочного аппарата хрусталика [17–19]. Согласно данным литературы, пациенты с ПЭС имеют повышенный риск разрыва цинновых связок и задней капсулы, выпадения стекловидного тела, а в послеоперационном периоде — риск развития воспаления, образования задних синехий, помутнения задней капсулы, фимоза передней капсулы, децентрации и дислокации ИОЛ [19]. Известно также, что для ПЭС характерно наличие ядерной катаракты с более плотным ядром, что теоретически может приводить к большей потере эндотелиальных клеток при ФЭ.

ЦЕЛЬ работы — оценить влияние ФЭ на плотность эндотелиальных клеток роговицы и на коэффициент вариации у пациентов с ПЭС.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В рамках исследования было обследовано 64 пациента на базе отделения офтальмологии ГМПБ № 2. Все пациенты были разделены на две группы: основную группу составили 30 пациентов (30 глаз) с ПЭС, группу контроля — 34 пациента (34 глаза) без ПЭС. У пациентов обеих групп имелись помутнения ядра хрусталика, которые соответствовали преимущественно уровню 3–4 (NC, NO 3–4) по классификации LOCS III (Lens Opacities Classification System — системная классификация помутнений хрусталика) [16]. Средний балл помутнений в группе с ПЭС составил 3,4, в группе без ПЭС — 3,2 ($p = 0,7$). Основным диагностическим критерием ПЭС было обнаружение псевдоэксфолиативного материала (ПЭМ) на передней капсуле хрусталика, на зрачко-

вом крае радужной оболочки или в углу передней камеры. Группы были равноценны по полу и возрасту (табл. 1).

Критерии исключения: врожденные, травматические, увеальные катаракты, дистрофии роговицы, травмы глазного яблока в анамнезе, а также *cornea guttata*, наличие глаукомы и применение гипотензивных капель.

Все пациенты проходили стандартный предоперационный офтальмологический осмотр, включающий визометрию, периметрию, тонометрию, биомикроскопию при узком и широком зрачках, гониоскопию. Помимо этого, всем пациентам выполнялась эндотелиальная микроскопия (TOPCON SP-3000P в комплекте с программным обеспечением CellCount™, Япония) до и через 3 мес после ФЭ. Для подсчета клеток эндотелия применялся метод фиксированной рамки и произвольного выбора клеток (не менее 30) для автоматического анализа. В качестве основных параметров оценки мы выбрали плотность клеток эндотелия (количество клеток эндотелия на 1 мм²), толщину роговицы в центральной зоне, а также коэффициент вариации (CV — coefficient of variation), который отражает степень полимегатизма. Значение CV (%) от 22 до 32 считается нормальным, от 32 до 40 — повышенным, а выше 40 — патологическим [20].

ФЭ была выполнена одним хирургом по методике phaco chop (Infiniti, Alcon) с имплантацией интраокулярной линзы Akreos AO (Bausch and Lomb, США). В послеоперационном периоде все пациенты получали стандартное противовоспалительное лечение в виде инстилляций дексаметазона по убывающей схеме в течение 4 нед и левофлоксацина в течение 2 нед.

Учитывая тот факт, что на потерю эндотелиальных клеток могут оказывать влияние такие факторы, как кумулятивная рассеянная энергия ультразвука (УЗ), количество BSS, а также время операции (от момента нажатия на педаль факомашины), данные параметры также оценивались во время операции.

Статистическая обработка данных выполнялась при помощи программы SPSS Statistics v20.0. В качестве основных количественных показателей

Таблица 1. Распределение пациентов в группах по полу и возрасту
Table 1. Patients distribution in groups by sex and age

Показатели Parameters		Основная группа Main group n = 30	Группа контроля Control group n = 34	Достоверность разницы, p p value
Возраст, лет Age, years		74,8 ± 4,1	78,5 ± 3,1	0,51
Пол Gender	Мужчины Male	8 (26,7 %)	7 (20,6 %)	0,21
	Женщины Female	22 (73,3 %)	27 (79,4 %)	

Примечание. n — количество пациентов.

Note. n — number of patients.

статистической обработки определялись средние значения и среднеквадратические отклонения. Проверка нормальности распределения осуществлялась при помощи критерия Колмогорова — Смирнова. Выборка исследования показала нормальное распределение. Соотношение количественных переменных в двух независимых группах оценивали при помощи t-теста, качественных — при помощи построения таблиц сопряженности. При $p < 0,05$ различия считались статистически значимыми.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Плотность клеток эндотелия измерялась до и через 3 мес после ФЭ в каждой группе. Для начала проводилось сравнение плотности клеток до и через 3 мес после ФЭ между группами, а затем тот же показатель изучался в пределах каждой группы. До операции плотность эндотелиальных клеток достоверно не отличалась между группами (у пациентов с ПЭС — 2519 ± 86 клеток/мм², у пациентов без ПЭС — 2388 ± 87 клеток/мм², $p = 0,26$, рисунок). После ФЭ в группе с ПЭС плотность клеток была несколько ниже, но разница была статистически недостоверна (у пациентов с ПЭС — 2133 ± 124 клеток/мм², у пациентов без ПЭС — 2327 ± 113 клеток/мм², $p = 0,19$, рисунок).

После ФЭ в пределах группы с ПЭС отмечалось достоверно значимое снижение плотности эндотелиальных клеток ($p = 0,013$, табл. 2). В пределах группы без ПЭС снижение плотности клеток было статистически недостоверным ($p = 0,61$, табл. 3).

Коэффициент вариации достоверно повышался после ФЭ в обеих группах ($p < 0,05$).

Интересным является тот факт, что процент пациентов с пограничной плотностью эндотелиальных клеток (< 2000 клеток/мм²) в группе с ПЭС до ФЭ составил 10 %, после ФЭ — 30 % ($p = 0,048$), в группе без ПЭС — 5,9 % до ФЭ и 11,8 % после ФЭ ($p = 0,3$).

Что касается показателей, оцениваемых интраоперационно, то у пациентов с ПЭС была достоверно выше кумулятивная рассеянная энергия УЗ. Количество использованного BSS и время операции достоверно не отличались между группами (табл. 4).

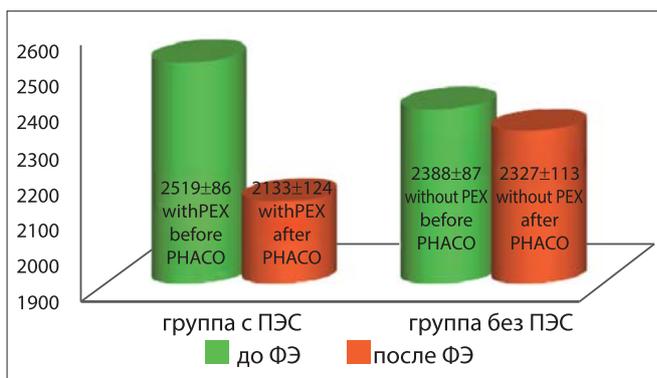


Рисунок. Плотность клеток эндотелия (клеток/мм²) в группах до и после ФЭ.

Figure. Density of endothelial cells (cells/mm²) in groups before and after PHACO.

Таблица 2. Изменение плотности клеток эндотелия у пациентов с ПЭС

Table 2. Change of endothelial cell density (ESD) in patients with PEX

Показатель Parameter	До ФЭ Before PHACO n = 30	После ФЭ After PHACO n = 30	Достоверность, p p value
Плотность клеток эндотелия, клеток/мм ² ECD, cells/mm ²	2519 ± 86	2133 ± 124	0,013
Толщина роговицы в центральной зоне, мкм Central corneal thickness, μm	512,3 ± 28,2	518,7 ± 28,3	0,56
Коэффициент вариации, % CV, %	21,5	27,3	0,028

Примечание. n — количество пациентов.

Note. n — number of patients.

Таблица 3. Изменение плотности клеток эндотелия у пациентов без ПЭС

Table 3. Change of endothelial cell density (ESD) in patients without PEX

Показатель Parameter	До ФЭ Before PHACO n = 34	После ФЭ After PHACO n = 34	Достоверность, p p value
Плотность клеток эндотелия, клеток/мм ² ECD, cells/mm ²	2388 ± 87	2327 ± 113	0,61
Толщина роговицы в центральной зоне, мкм Central corneal thickness, μm	528 ± 39,4	521 ± 40	0,6
Коэффициент вариации, % CV, %	20	27,3	0,015

Примечание. n — количество пациентов.

Note. n — number of patients.

Таблица 4. Параметры, оцениваемые интраоперационно в группах
Table 4. Parameters evaluated intraoperatively in groups

Показатель Parameter	Группа с ПЭС Group with PEX n = 30	Группа без ПЭС Group without PEX n = 30	Достоверность, p p value
Кумулятивная рассеянная энергия УЗ Ultrasound power	18,6 ± 8,1	15,8 ± 7,3	0,038
Количество BSS, мл Amount of BSS, ml	71,8 ± 24,1	66,8 ± 18,7	0,3
Время операции, мин Operation time, minutes	8,30 ± 2,35	7,2 ± 3,2	0,22

Примечание. n — количество пациентов.
Note. n — number of patients.

ОБСУЖДЕНИЕ

Прозрачность роговицы обеспечивают клетки эндотелия. Анатомическое расположение эндотелия делает его уязвимым при выполнении ФЭ. На плотность эндотелия также влияет возраст. Физиологическая потеря клеток эндотелия составляет 0,5–0,6 % в год. После внутриглазной хирургии эта цифра увеличивается до 2–3 % [20–23].

Ассоциированное с ПЭС повреждение эндотелия является многофакторным. Основными механизмами развития эндотелиопатии считают:

- проникновение ПЭМ к десцеметовой мембране за счет разрушения гексагональных связей и провоцирования апоптоза эндотелиальных клеток [24, 25];
- гипоксию передней камеры с повышением оксидативного повреждения и уменьшением антиоксидантной защиты [26–30];
- нарушение функционирования гематофтальмического барьера [28, 31–33];
- изменение соотношения матриксных металлопротеиназ (ММПs) и тканевых ингибиторов металлопротеиназ, что приводит к скоплению ММПs в пораженных тканях.

Множество исследований было посвящено оценке влияния ПЭС на плотность клеток эндотелия. Одними из первых были К. Miyake и соавт. [34], которые в своем исследовании отметили снижение плотности эндотелия и увеличение полиморфизма и полимегатизма. Подобные результаты получили G. Naumann и U. Schlötzer-Schrehardt [26]. В исследовании Н. Кнопг и соавт. [35] плотность эндотелиальных клеток у пациентов без предшествующих хирургических вмешательств, ПЭС и глаукомы составила 2302 клеток/мм², у пациентов с ПЭС — 1812 клеток/мм², а у пациентов с ПЭС и глаукомой — 1482 клеток/мм². В исследовании L. Quiroga и соавт. [36] плотность клеток эндотелия у пациентов с ПЭС была меньше на 167 клеток/мм². К. Inoue и соавт. [37], А. Ostern, L. Drolsum [38] не нашли различий ни в количественном, ни в качественном составе эндотелия у пациентов с ПЭС.

В рамках нашего исследования мы также не получили достоверной разницы плотности клеток эндотелия между группами. Однако после ФЭ мы отметили достоверно значимое снижение плотности

клеток в группе с ПЭС, что указывает на большую уязвимость клеток эндотелия у данной группы пациентов. На это также указывает больший процент пациентов с пограничной плотностью эндотелиальных клеток (< 2000 клеток/мм²), который почти в 2 раза выше в группе с ПЭС. Во время ФЭ ряд факторов может спровоцировать повреждение эндотелия: непосредственный контакт фрагментов хрусталика с эндотелием, гидратационная травма, большая мощность ультразвука, а также выработка свободных радикалов [22]. Так, в рамках нашего исследования у пациентов с ПЭС кумулятивная рассеянная энергия УЗ была достоверно выше, что также может увеличивать потерю эндотелиальных клеток. Нельзя не отметить, что кумулятивная рассеянная энергия УЗ зависит не только от плотности катаракты, но и от различных интраоперационных факторов: ширины зрачка, степени слабости связочного аппарата хрусталика, стабильности передней камеры.

Отдельно хочется подчеркнуть, что при ПЭС имеет место первичное повреждение эндотелия, в основе которого лежат фибробластические изменения его клеток, что делает их более уязвимыми, а остальные вышеназванные факторы лишь усугубляют состояние последнего. Увеличение коэффициента вариации указывает на повреждение клеток эндотелия. В связи со снижением плотности клеток оставшиеся растут и теряют свою шестиугольную форму и однородный размер [39]. По нашим данным, коэффициент вариации как до, так и после ФЭ находился в пределах нормальных значений в обеих группах. Тем не менее после ФЭ мы отметили достоверно значимое его увеличение в обеих группах (p = 0,028 в группе с ПЭС и p = 0,015 в группе без ПЭС).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное исследование демонстрирует отрицательное воздействие ПЭС на эндотелий роговицы, которое приводит к выраженной потере клеток после ФЭ. Одним из факторов, усугубляющих потерю эндотелиальных клеток при ПЭС после ФЭ, является увеличение кумулятивной энергии УЗ. Подсчет плотности клеток эндотелия роговицы целесообразно использовать в качестве неотъемлемой части предоперационного осмотра пациентов с ПЭС.

Конфликт интересов: отсутствует.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Литература/References

1. Ruch R., Schlötzer-Schrehardt U., Konstas A.G.P. Why is glaucoma associated with exfoliation syndrome? *Prog Retin Eye Res.* 2003; 22 (3): 253–75. doi.org/10.1016/S1350-9462(02)00014-9
2. Martone G., Casprini F., Traversi C., et al. Pseudoexfoliation syndrome: in vivo confocal microscopy analysis. *Clinical and Experimental Ophthalmology.* 2007; 35 (6): 582–585. doi.org/10.1111/j.1442-9071.2007.01535.x
3. Ruch R., Schlötzer-Schrehardt U. Exfoliation syndrome. *Survey of Ophthalmology.* 2001; 45 (4): 265–315. doi.org/10.1016/S0039-6257(00)00196-X
4. Schlötzer-Schrehardt U., Naumann G.O. Ocular and systemic pseudoexfoliation syndrome. *American Journal of Ophthalmology.* 2006; 141(5): 921–33.
5. Schumacher S., Schlötzer-Schrehardt U., Martus P., Lang W., Naumann G.O. Pseudoexfoliation syndrome and aneurysms of the abdominal aorta. *The Lancet.* 2001; 357 (9253): 359–60. doi.org/10.1016/S0140-6736(00)03645-X
6. Naumann G. O. H., Schlötzer-Schrehardt U. Keratopathy in pseudoexfoliation syndrome as a cause of corneal endothelial decompensation. *Ophthalmology.* 2000; 107 (6): 1111–24. doi.org/10.1016/S0161-6420(00)00087-7
7. Kohnen T. Corneal endothelium: an important structure for cataract and refractive procedures. *J. Cataract. Refract. Surg.* 1997; 23: 967–8. doi.org/10.1016/S0886-3350(97)80055-7
8. Rao S.K., Ranjan Sen P., Fogla R., et al. Corneal endothelial cell density and morphology in normal Indian eyes. *Cornea.* 2000; 19: 820–3. doi.org/10.1097/00003226-200011000-00012
9. Miyake K., Matsuda M., Inaba M. Corneal endothelial changes in pseudoexfoliation syndrome. *Am. J. Ophthalmol.* 1989; 108: 49–52. doi.org/10.1016/S0002-9394(14)73259-3
10. Hattori Y. Corneal endothelial examination of pseudoexfoliation syndrome. *Nippon Ganka Gakkai Zasshi (Acta Soc Ophthalmol Jpn)* 1990; 94: 957–63.
11. Wang L., Yamashita R., Hommura S. Corneal endothelial changes and aqueous flare intensity in pseudoexfoliation syndrome. *Ophthalmologica.* 1999; 213: 387–91. doi.org/10.1159/000027460
12. Seitz B., Müller E.E., Langenbacher A., Kus M.M., Naumann G.O. Endothelial keratopathy in pseudoexfoliation syndrome: quantitative and qualitative morphometry using automated video image analysis. *Klin. Monatsbl. Augenheilkd.* 1995; 207: 167–75. doi.org/10.1055/s-2008-1035363
13. Knorr H.L., Junemann A., Hndel A., Naumann G.O.H. Morphometric and qualitative changes in corneal endothelium in pseudoexfoliation syndrome. *Fortschr. Ophthalmol.* 1991; 88: 786–9.
14. Wirbelauer C., Anders N., Pham D.T., Wollensak J. Corneal endothelial cell changes in pseudoexfoliation syndrome after cataract surgery. *Arch Ophthalmol.* 1998; 116: 145–9. doi.org/10.1001/archophth.116.2.145
15. Wirbelauer C., Anders N., Pham D.T., Holschbach A., Wollensak J. Early postoperative endothelial cell loss after corneal scleral tunnel incision and phacoemulsification in pseudoexfoliation syndrome. *Der Ophthalmologe.* 1997; 94: 332–6. doi.org/10.1007/s003470050124
16. Chylack L.T.Jr., Wolfe J.K., Singer D.M., et al. The Lens Opacities Classification System III. *Arch. Ophthalmol.* 1993; 111 (6): 831–6. doi:10.1001/archophth.1993.01090060119035
17. Schlötzer-Schrehardt U., Naumann G.O. A histopathologic study of zonular instability in pseudoexfoliation syndrome. *Am. J. Ophthalmol.* 1994; 118: 730–43. doi.org/10.1016/S0002-9394(14)72552-8
18. Shingleton B.J., Crandall A.S., Ahmed II. Pseudoexfoliation and the cataract surgeon: preoperative, intraoperative, and postoperative issues related to intraocular pressure, cataract, and intraocular lenses. *J. Cataract Refract Surg.* 2009; 35:1101–20. doi.org/10.1016/j.jcrs.2009.03.011
19. Vazquez-Ferreiro P., Carrera-Hueso F.J., Poquet Jornet J.E., et al. Intraoperative complications of phacoemulsification in pseudoexfoliation: meta-analysis. *J. Cataract. Refract. Surg.* 2016; 42 (11): 1666–75. doi.org/10.1016/j.jcrs.2016.09.010
20. Zheng X., Shiraishi A., Okuma Sh., et al. In vivo confocal microscopic evidence of keratopathy in patients with pseudoexfoliation syndrome. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2011 March; 52: 1755–61.
21. McCarey B.E., Edelhauser H.F., Lynn M.J. Review of corneal endothelial specular microscopy for FDA clinical trials of refractive procedures, surgical devices, and new intraocular drugs and solutions. *Cornea.* 2008 Jan; 27 (1): 1–16. doi.org/10.1097/ICO.0b013e31815892da
22. Bourne R.R., Minassian D.C., Dart J.K., et al. Effect of cataract surgery on the corneal endothelium: modern phacoemulsification compared with extracapsular cataract surgery. *Ophthalmology.* 2004; 111: 679–85. doi.org/10.1016/j.ophtha.2003.07.015
23. Cheng H., Jacobs P.M., McPherson K., Noble M.J. Precision of cell density estimates endothelial cell loss with age. *Arch. Ophthalmol.* 1985; 103: 1478–81. doi.org/10.1001/archophth.1985.01050100054017
24. Abib F.C. *Microscopia Especular de Córnea. Manual e Atlas.* Rio de Janeiro: Revinter, 2000.
25. Schlötzer-Schrehardt U.M., Dörfler S., Naumann G.O. Corneal endothelial involvement in pseudoexfoliation syndrome. *Arch. Ophthalmol.* 1993 May; 111 (5): 666–74.
26. Naumann G.O., Schlötzer-Schrehardt U. Keratopathy in pseudoexfoliation syndrome as a cause of corneal endothelial decompensation: A clinicopathologic study. *Ophthalmology.* 2000; 107 (6): 1111–24. doi.org/10.1016/S0161-6420(00)00087-7
27. Demirdögen B.C., Ceylan O.M., İşikoğlu S., Mumcuoğlu T., Erel O. Evaluation of oxidative stress and paraoxonase phenotypes in pseudoexfoliation syndrome and pseudoexfoliation glaucoma. *Clin Lab* 2014; 60 (1): 79–86. doi.org/10.7754/Clin.Lab.2013.121229
28. Patel S., McLaren J., Hodge D., Bourne W. Normal human keratocyte density and corneal thickness measurement by using confocal microscopy in vivo. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2001; 42 (2): 333–9.
29. Schlötzer-Schrehardt U., Naumann G.O.H. Ocular and systemic pseudoexfoliation syndrome. *Am. J. Ophthalmol.* 2006; 141 (5): 921–37. doi.org/10.1016/j.ajo.2006.01.047
30. Sein J., Galor A., Sheth A., et al. Exfoliation syndrome: New genetic and pathophysiologic insights. *Curr. Opin. Ophthalmol.* 2013; 24 (2): 167–74. doi.org/10.1097/ICU.0b013e3182835d11
31. Sbeity Z., Palmiero P.-M., Tello C., Liebmann J.M., Ritch R. Non-contact in vivo confocal scanning laser microscopy in exfoliation syndrome, exfoliation syndrome suspect and normal eyes. *Acta Ophthalmol.* 2011; 89 (3): 241–7. doi.org/10.1111/j.1755-3768.2009.01678.x
32. Ritch R. Exfoliation syndrome. *Curr. Opin. Ophthalmol.* 2001; 12 (2): 124–30. doi.org/10.1097/00055735-200104000-00008
33. Kiechle M., Vinoses S.A., Mahlow J., Green W.R. Blood-aqueous barrier in pseudoexfoliation syndrome: Evaluation by immunohistochemical staining of endogenous albumin. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 1996; 234 (1): 12–8. doi.org/10.1007/BF00186513
34. Miyake K., Matsuda M., Inaba M. Corneal endothelial changes in pseudoexfoliation syndrome. *Am. J. Ophthalmol.* 1989; 108: 49–52. doi.org/10.1016/S0002-9394(14)73259-3
35. Knorr H.L., Junemann A., Handel A., Naumann G.O. Morphometric and qualitative changes in corneal endothelium in pseudoexfoliation syndrome. *Fortschr Ophthalmol.* 1991; 88: 786–9.
36. Quiroga L., Lansingh V.C., Samudio M., Peña F.Y., Carter M.J. Characteristics of the corneal endothelium and pseudoexfoliation syndrome in patients with senile cataract. *Clin. Exp. Ophthalmol.* 2010 Jul; 38 (5): 449–55.
37. Inoue K., Okugawa K., Oshika T., Amano S. Morphological study of corneal endothelium and corneal thickness in pseudoexfoliation syndrome. *Jpn J Ophthalmol.* 2003; 47: 235–9. doi.org/10.1016/S0021-5155(03)00022-4

38. Ostern A.E., Drolsum L. Corneal endothelial cells 6–7 years following cataract surgery in patients with pseudoexfoliation syndrome. *Acta Ophthalmol.* 2012; 90: 408–11. doi.org/10.1111/j.1755-3768.2010.02012.x

39. Palko J.R., Qi O., Sheybani A. Corneal alterations associated with pseudoexfoliation syndrome and glaucoma: a literature review. *J. Ophthalmic Vis. Res.* 2017 Jul-Sep; 12 (3): 312–24. doi:10.4103/jovr.jovr_28_17

Поступила: 02.03.2018

The impact of phacoemulsification on corneal endothelial cells in patients with pseudoexfoliation syndrome

V.V. Potemkin — Cand. Med. Sci., ophthalmologist¹, assistant professor, chair of ophthalmology²

T.S. Varganova — Cand. Med. Sci., ophthalmologist¹

E.V. Ageeva — ophthalmologist¹

¹City Ophthalmologic Center of City hospital No. 2, 5, Uchebny pereulok, St. Petersburg, 194354, Russia

²St. Petersburg Pavlov State Medical University, 6–8, Bldg 16, Lev Tolstoy St., St. Petersburg, 197089, Russia
ageeva_elena@inbox.ru

*The effect of pseudoexfoliation syndrome (PEX) on endothelial cells has been studied long enough. Yet the effect of phacoemulsification (PHACO) on endothelium in patients with PEX is less explored. **Purpose.** To assess the impact of PHACO on corneal endothelial cell density (ECD) and on the coefficient of variation (CV) in patients with PEX. **Material and methods.** 30 patients (30 eyes) with PEX syndrome and 34 patients (34 eyes) with no such syndrome were examined before and after phacoemulsification. **Results.** In patients with PEX, the ECD after PHACO was significantly lower and CV was significantly higher ($p < 0.05$). **Conclusion.** PEX has a negative impact on endothelial cells, which leads to a pronounced cells loss after PHACO.*

Keywords: phacoemulsification, pseudoexfoliation syndrome, endothelial microscopy, corneal endothelium

For citation: Potemkin V.V., Varganova T.S., Ageeva E.V. The impact of phacoemulsification on corneal endothelial cells in patients with pseudoexfoliation syndrome. *Russian ophthalmological journal.* 2019; 12 (1): 50–5 (In Russian). doi: 10.21516/2072-0076-2019-12-1-50-55

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

Financial disclosure: No author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

Для контактов: Елена Владимировна Агеева
E-mail: ageeva_elena@inbox.ru