

DOI: <https://doi.org/10.17816/OV109016>

Научная статья



Сравнительная оценка результатов факоемульсификации при использовании отечественных и зарубежных вискоэластиков

Г.З. Джалишвили, Э.Э. Фарикова

Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлов, Санкт-Петербург, Россия

Актуальность. Факоемульсификация, как наиболее безопасная методика, является золотым стандартом хирургии катаракты во всем мире. Однако любая операция сопровождается неизбежным повреждением внутриглазных структур, среди которых потеря клеток эндотелия роговицы встречается чаще остальных. С целью предотвращения интраоперационных осложнений широко используются различные вискоэластические препараты, обладающие определенными свойствами и характеристиками.

Цель исследования. Сравнить анатомическое и функциональное состояние глазных структур у пациентов с катарактой после стандартной факоемульсификации с имплантацией монофокальной заднекамерной интраокулярной линзы при использовании отечественных (Когевиск и Адгевиск) и зарубежных (Viscoat и Amvisc Plus) вискоэластиков.

Материалы и методы. В клиническое исследование были включены 60 пациентов с катарактой (60 глаз), которые были разделены на две равные группы. В первой группе (30 пациентов, 30 глаз) в ходе операции использовали Адгевиск и Когевиск (ООО «Солофарм», Россия). Средний возраст пациентов составил 66 ± 11 лет. Во второй группе (30 пациентов, 30 глаз) использовали Viscoat (Alcon) и Amvisc Plus (Bausch&Lomb). Средний возраст пациентов — $69,03 \pm 10,44$ года. Всем пациентам была выполнена факоемульсификация с имплантацией интраокулярной линзы AcrySof (модель SA60AT, Alcon) по стандартной методике. Оценивали остроту зрения, уровень внутриглазного давления, толщину роговицы в центральной зоне, плотность эндотелиальных клеток. Все исследования проводили до операции, на следующий день, через 7 дней и спустя 1 мес. после вмешательства.

Результаты. У пациентов второй группы на 1-й ($p \leq 0,05$) и 7-й день ($p \leq 0,01$) после операции выявлено статистически значимое повышение внутриглазного давления по сравнению с первой группой. Показатель толщины центральной зоны роговицы в раннем послеоперационном периоде имел большее значение у пациентов второй группы, однако не был статистически значимым. Показатели потери эндотелиальных клеток роговицы через 1 мес. после операции составили у пациентов первой группы $8,5 \pm 7,0$ % ($p \leq 0,01$), у пациентов второй группы — $6,6 \pm 6,4$ % ($p \leq 0,01$). Учитывая вероятную погрешность метода подсчета данного показателя, обнаруженные различия между группами не являлись статистически значимыми. Максимально скорректированная острота зрения у пациентов обеих групп на всех этапах наблюдения после операции (1, 7 и 30-й день) сопоставима, достоверной разницы данных между группами не было.

Выводы. Клиническая эффективность применения адгезивного и когезивного вискоэластиков отечественного производства Адгевиск и Когевиск (ООО «Солофарм», Россия) при факоемульсификации начальной неосложненной возрастной катаракты по технике soft-shell сопоставима с применением зарубежных аналогов Viscoat (Alcon) и Amvisc Plus (Bausch&Lomb), что подтверждается отсутствием статистически значимых различий исследуемых показателей послеоперационного состояния структур глазного яблока и объясняется их сходным составом, молекулярной массой и вязкостью.

Ключевые слова: факоемульсификация; вискоэластик; Адгевиск; Когевиск; Viscoat; Amvisc Plus.

Как цитировать:

Джалишвили Г.З., Фарикова Э.Э. Сравнительная оценка результатов факоемульсификации при использовании отечественных и зарубежных вискоэластиков // Офтальмологические ведомости. 2022. Т. 15. № 2. С. 35–42. DOI: <https://doi.org/10.17816/OV109016>

DOI: <https://doi.org/10.17816/OV109016>

Research Article

Comparative evaluation of the results of phacoemulsification using domestic and foreign viscoelastics

Georgy Z. Dzhaliashvili, Elmaz E. Farikova

I.P. Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia

BACKGROUND: Phacoemulsification, being the safest technique, is the “golden standard” of cataract surgery worldwide. However, as any surgery, it is accompanied by inevitable damage to intraocular structures. The most prevalent among them is the loss of corneal endothelial cells. In order to prevent these complications, various viscoelastics with particular features and characteristics are widely used.

AIM: To compare the anatomical and functional state of ocular structures after standard phacoemulsification with monofocal posterior chamber intraocular lens (IOL) implantation using domestic (Kogevisc and Adgevisc) and foreign (Viscoat and Amvisc Plus) viscoelastics.

MATERIALS AND METHODS: 60 cataract patients (60 eyes) were included in the clinical study, which were divided into two equal groups. In the first group (30 patients, 30 eyes), Adgevisc and Kogevisc (Solofarm, Russia) were used during the procedure. The mean age of the patients was 66 ± 11 years. In the second group (30 patients, 30 eyes), Viscoat (Alcon) and Amvisc Plus (Bausch&Lomb) were used. The mean age of the patients was 69.03 ± 10.44 years. All patients underwent phacoemulsification with the implantation of the AcrySof IOL (model SA60AT, Alcon) according to the standard technique. Visual acuity, IOP level, CCT, corneal endothelial cell density were assessed. All studies were performed before surgery, the next day, 7 days and 1 month after surgery.

RESULTS: In patients of the second group, on the 1st ($p \leq 0.05$) and 7th day ($p \leq 0.01$) after surgery, a statistically significant increase in IOP was revealed compared to the first group. The central cornea thickness in the early postoperative period was higher in patients of the second group, however, it was not statistically significant. The loss of corneal endothelial cells 1 month after surgery was $8.5 \pm 7.0\%$ ($p \leq 0.01$) in the first group and $6.6 \pm 6.4\%$ in the second group ($p \leq 0.01$). The mean value of endothelial cell loss in patients of the first group was higher, however, it was not statistically significant. The best corrected visual acuity in both groups at all stages of follow-up after surgery (days 1, 7 and 30) was comparable, there was no significant difference between the groups.

CONCLUSIONS: The clinical efficacy of domestic adhesive and cohesive viscoelastics Adgevisc and Kogevisc (Solofarm, Russia) in phacoemulsification using the soft-shell technique is comparable to the foreign analogues Viscoat (Alcon) and Amvisc Plus (Bausch & Lomb), which is confirmed by the absence of statistically significant differences in the studied parameters of the postoperative state of ocular structures and explained by their similar composition, molecular weight and viscosity.

Keywords: phacoemulsification; viscoelastics; Kogevisc; Adgevisc; Viscoat; Amvisc Plus.

To cite this article:

Dzhaliashvili GZ, Farikova EE. Comparative evaluation of the results of phacoemulsification using domestic and foreign viscoelastics. *Ophthalmology Journal*. 2022;15(2):35-42. DOI: <https://doi.org/10.17816/OV109016>

Received: 20.04.2022

Accepted: 18.05.2022

Published: 30.06.2022

АКТУАЛЬНОСТЬ

В настоящее время фактоэмульсификацию принято считать золотым стандартом хирургии катаракты во всем мире. Сегодня фактоэмульсификация с имплантацией интраокулярной линзы — наиболее безопасный способ экстракции катаракты. Тем не менее любая операция, связанная со вскрытием глазного яблока, приводит к повреждению его структур [1, 2]. Наиболее часто встречающимися осложнениями фактоэмульсификации являются потеря эндотелиальных клеток роговицы и офтальмогерпез [1, 2, 7, 19, 20, 24].

С целью повышения безопасности ультразвуковой фактоэмульсификации для эндотелия и других внутриглазных структур широко используются различные вискоэластические препараты [1, 3, 7–10].

Эффективность защитного действия вискоэластиков зависит от их характеристик. По своим физическим свойствам вискоэластики разделяют на две группы: когезивные и адгезивные. Когезивные вещества, обладающие более высокой вязкостью, лучше поддерживают объём, например передней камеры и капсульного мешка. Адгезивные вещества, имеющие более низкую вязкость, лучше удерживаются на поверхностях, например структур, ограничивающих переднюю камеру, и медленнее вымываются в ходе операции [1, 4, 7, 8, 10, 26].

Существует несколько способов введения вискоэластиков в переднюю камеру — упрощённый, комбинированный и техника soft-shell, описанная доктором S.A. Arshinoff [5], при использовании которой сначала заполняют переднюю камеру адгезивным вискоэластиком, а затем на переднюю капсулу хрусталика наносят когезивный вискоэластик [5, 6]. По мере введения в переднюю камеру когезивного вискоэластика адгезивный оттесняется кверху и формирует защитный слой на эндотелии роговицы [4–6]. Для данной техники в России долгое время использовали зарубежные вискоэластики. В качестве адгезивного чаще всего Viscoat, а в качестве когезивного — Amvisc Plus. В 2019 г. в России были зарегистрированы отечественные вискоэластики Когевикс и Адгевиск (ООО «Солофарм», Россия) [26].

Цель клинического исследования — сравнение анатомического и функционального состояния глазных структур у пациентов с катарактой после стандартной фактоэмульсификации с имплантацией монофокальной заднекамерной интраокулярной линзы при использовании отечественных (Когевикс и Адгевиск) и зарубежных (Viscoat и Amvisc Plus) вискоэластиков.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В клиническое исследование были включены 60 человек с начальной возрастной неосложнённой катарактой (60 глаз). Пациенты были разделены на две равные группы. В первой группе (30 пациентов, 30 глаз) в ходе операции применяли Адгевиск и Когевикс (Солофарм, Россия). Во второй группе (30 пациентов, 30 глаз) использовали Viscoat (Alcon) и Amvisc Plus (Bausch&Lomb).

Когевикс состоит из 1,6 % гиалуроната натрия, который, как и Amvisc Plus, обеспечивает поддержание объёма передней камеры и выступает в качестве когезивного вискоэластика (табл. 1). Адгевиск — комбинация 3 % натрия гиалуроната и 4 % хондроитина сульфата, выступает, как и Viscoat, в роли адгезивного вискоэластика [26] (табл. 1). Адгевиск и Когевикс абсолютно прозрачны, не затрудняют визуализацию во время операции, обеспечивают защиту как эндотелия роговицы, так и других интраокулярных тканей.

Средний возраст пациентов первой группы составил 66 ± 11 лет, второй группы — $69,03 \pm 10,44$ года. Статистически значимой разницы в возрасте между группами не отмечалось. Критериями исключения стали: низкая плотность эндотелиальных клеток роговицы (меньше 1800 кл/мм^2), дистрофические изменения роговицы и наличие сопутствующей глаукомы.

Всем пациентам проведено стандартное офтальмологическое обследование. Внутриглазное давление (ВГД) на всех этапах исследования определяли тонометром ICARE ic 100 (модель TA011). Толщину центральной зоны роговицы измеряли с помощью оптического биометра Lenstar-2000 (Haag-Streit). Эндотелиальную микроскопию выполняли с помощью прибора Confoscan-4 (Nidek). Плотность эндотелиальных клеток рассчитывали в ручном режиме.

Таблица 1. Характеристики исследуемых вязкоупругих офтальмологических веществ

Table 1. Characteristics of the studied viscoelastic ophthalmic substances: content, molecular weight and dynamic viscosity

| Вискоэластики | Состав, % | Молекулярный вес, Да | Динамическая вязкость (при температуре 25 °С и скорости сдвига 1 с ⁻¹), мПа·с |
|---------------|-----------------------|-----------------------|---|
| Amvisc Plus | 1,6 NaHa | 1000000–2900000 | 55700 ± 8200 |
| Когевикс | 1,6 NaHa | >1000000 | 47 500–200 000 |
| Viscoat | 3,0 NaHa 4,0 % CSS | Свыше 500000 22500 | 40000 ± 20000 |
| Адгевиск | 3,0 NaHa 4,0 % CSS | Свыше 500000 22500 | 20000–100000 |

Примечание. NaHa — натрия гиалуронат, CSS — хондроитина сульфат.

Вышеперечисленные исследования осуществляли непосредственно перед операцией, на следующий день после неё, а также через 7 дней и один месяц.

Пациентам обеих исследуемых групп была проведена факоэмульсификация с имплантацией монофокальной заднекамерной интраокулярной линзы AcrySof® (модель SA60AT, Alcon) по стандартной методике. Операции выполнены одним хирургом через роговичный тоннельный разрез шириной 2,2 мм, с использованием аппарата Stellaris (Bausch&Lomb).

Вискоэластики в переднюю камеру вводили по технике soft-shell, которые в конце операции тщательно вымывали из глаза с помощью бимануальной ирригационно-аспирационной системы с использованием раствора BSS® (Balanced Salt Solution, Bausch&Lomb). В послеоперационном периоде все пациенты получали стандартную противовоспалительную и антибактериальную терапию: инстилляцию 0,1 % раствора дексаметазона и глазные капли фторхинолонов.

Статистическую обработку полученных данных проводили в программе SPSS Statistics v.26.0. Проверку нормальности распределения выполняли при помощи критерия Колмогорова – Смирнова. В двух независимых группах соотношение количественных переменных оценивали при помощи *t*-теста для независимых выборок, для соотношения качественных признаков применяли точный критерий Фишера. Соотношение результатов

измерения толщины роговицы до и после операции внутри группы оценивали при помощи *t*-теста для зависимых выборок с поправкой Бонферрони. Непараметрические данные оценивали с применением *U*-критерия Манна – Уитни. При $p \leq 0,05$ различия считали статистически значимыми.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Исходно обе группы были однородными по уровню ВГД, максимально скорректированной остроте зрения, толщине центральной зоны роговицы и плотности эндотелиальных клеток (табл. 2).

Теперь детальнее рассмотрим динамику изучаемых показателей в двух группах на графиках (рис. 1–4).

У пациентов второй группы на 1-й ($p \leq 0,05$) и 7-й день ($p \leq 0,01$) после операции выявлено статистически значимое повышение ВГД по сравнению с первой группой (рис. 1).

В раннем послеоперационном периоде у пациентов второй группы обнаружены увеличенные значения пахиметрии в центральной зоне роговицы, которые обусловлены её отёком из-за декомпенсации эндотелия и повышения ВГД. Данные изменения временные и статистически незначимы.

Показатели потери эндотелиальных клеток через 1 мес. после операции составили у пациентов первой группы $8,5 \pm 7,0$ % ($p \leq 0,01$), у пациентов второй

Таблица 2. Сравнительная характеристика данных обеих исследуемых групп, $p > 0,1$

Table 2. Comparative characteristics of the data of both study groups, $p > 0,1$

| Группа | До операции | 1-е сутки после операции | 7-е сутки после операции | 1 мес. после операции |
|--|-----------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Максимально скорректированная острота зрения | | | | |
| Первая группа (Когевиск + Адгевиск) | 0,29 ± 0,23 | 0,80 ± 0,22 | 0,96 ± 0,22 | 0,97 ± 0,2 |
| Вторая группа (Amvisc Plus + Viscoat) | 0,2 ± 0,18 | 0,70 ± 0,28 | 0,88 ± 0,25 | 0,98 ± 0,11 |
| Внутриглазное давление, мм рт. ст. | | | | |
| Первая группа (Когевиск + Адгевиск) | 15 ± 3,9 | 14 ± 5 | 11 ± 3 | 13 ± 3 |
| Вторая группа (Amvisc Plus + Viscoat) | 15,77 ± 3,76 | 17 ± 5 | 14 ± 4,3 | 15 ± 3 |
| Толщина центральной зоны роговицы, мкм | | | | |
| Первая группа (Когевиск + Адгевиск) | 538,6 ± 27,99 | 591,66 ± 55 | 564 ± 36,2 | 539,7 ± 30,38 |
| Вторая группа (Amvisc Plus + Viscoat) | 541,19 ± 32,33 | 624 ± 89,2 | 578 ± 52,9 | 542,8 ± 32,3 |
| Плотность эндотелиальных клеток роговицы, кл/мм ² | | | | |
| Первая группа (Когевиск + Адгевиск) | 2447,93 ± 283,7 | 2350,04 ± 280,5 | 2263,18 ± 290 | 2219,39 ± 306,2 |
| Вторая группа (Amvisc Plus + Viscoat) | 2303,5 ± 206,94 | 2242,04 ± 222,5 | 2184,89 ± 196,13 | 2151,43 ± 171,81 |

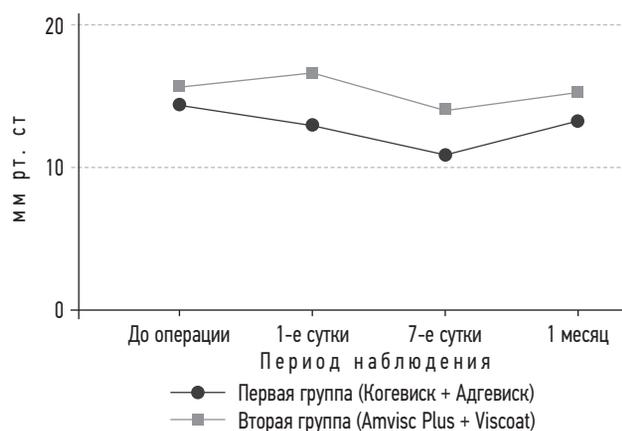


Рис. 1. Сравнение уровня внутриглазного давления между группами на разных сроках наблюдения

Fig. 1. Comparison of IOP levels between groups at different follow-up periods



Рис. 2. Сравнение толщины центральной зоны роговицы между группами на разных сроках наблюдения

Fig. 2. Comparison of the thickness of the central zone of the cornea between groups at different follow-up periods

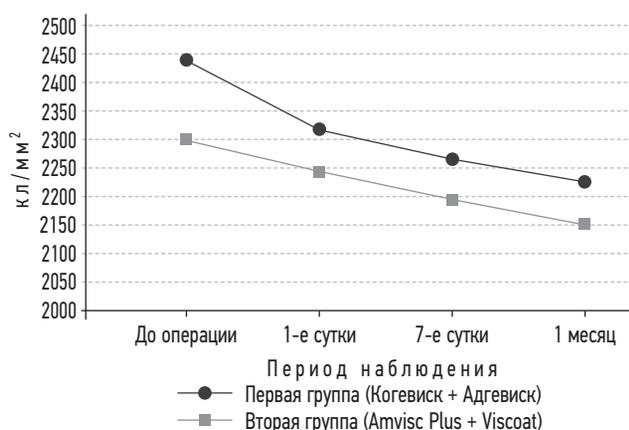


Рис. 3. Сравнение потери эндотелиальных клеток роговицы между группами на разных сроках наблюдения

Fig. 3. Comparison of corneal endothelial cell loss between groups at different follow-up periods



Рис. 4. Сравнение максимально скорректированной остроты зрения между группами на разных сроках наблюдения

Fig. 4. Comparison of best corrected visual acuity between groups at different follow-up periods

Таблица 3. Потеря эндотелиальных клеток роговицы (% исходного)

Table 3. Loss of corneal endothelial cells (% of baseline)

| Показатель | Первая группа (Когевиск + Адгевиск) | Вторая группа (Amvisc Plus + Viscoat) | <i>p</i> |
|--------------------------|--|--|----------|
| 1-е сутки после операции | 4 | 2,6 | 0,2301 |
| 7-е сутки после операции | 6 | 5,2 | 0,0801 |
| 1 месяц после операции | 8,5 | 6,6 | 0,0444 |

группы $6,6 \pm 6,4\%$ ($p \leq 0,01$). Среднее значение потери эндотелиальных клеток у пациентов первой группы оказалось выше, что, однако, статистически незначимо (табл. 3, рис. 3).

Максимально скорректированная острота зрения у пациентов обеих групп на всех этапах наблюдения после операции (1, 7 и 30-й дни) сопоставима. Достоверной разницы между группами нет.

ОБСУЖДЕНИЕ

Применение вискоэластических препаратов в хирургии катаракты и в ходе других оперативных вмешательств оказалось настолько эффективным, что современную офтальмохирургию сложно представить без них. Тем не менее вискоэластики, используемые для защиты эндотелия роговицы и поддержания объема передней камеры и капсулярного мешка на разных этапах факоэмульсификации,

имеют ряд недостатков. К ним относится, прежде всего, повышение ВГД в раннем послеоперационном периоде. Невозможность полного выведения вискоэластических препаратов из передней камеры приводит к блокаде трабекулярной сеточки их остатками [1, 4] и ухудшению оттока водянистой влаги. Известно, что максимальный подъём ВГД приходится на промежуток от 30 мин до 2 ч после операции, но может продолжаться и до 24 ч [10, 18, 20]. Бесконтактная тонометрия оперированного глаза в течение первых суток позволяет выявлять и вовремя купировать осложнения, возникающие в раннем послеоперационном периоде. При дальнейшем наблюдении ВГД нормализуется или становится на 1–2 мм рт. ст. меньше в сравнении с дооперационным периодом [11–13, 18].

Потеря эндотелиальных клеток — основное стойкое послеоперационное осложнение факоэмульсификации не только у пациентов с сопутствующей глазной патологией, но и в неосложнённых случаях [14–16, 22–25]. В норме снижение количества эндотелиальных клеток достигает 0,6 % в год, в случаях проведённой факоэмульсификации увеличивается до 2,3 % и выше [14, 15, 17]. A. Reuschel и соавт. [21] обнаружили, что средняя послеоперационная потеря эндотелиальных клеток через 3 мес. после операции по удалению катаракты составляет 6,9 % (4,5–7,9 %). H. Hwang и соавт. [15] продемонстрировали потерю 4,01–12,94 % эндотелиальных клеток через 2 мес. после факоэмульсификации. Через 12 мес. наблюдения A. Storr-Paulsen с соавт. [26] сообщили о потере 3,5–5,7 % эндотелиальных клеток после факоэмульсификации. Кроме того, в некоторых исследованиях было изучено и доказано, что количество эндотелиальных клеток уменьшается на 5–6 % каждые 10 лет в процессе старения. Таким образом, учитывая данные вышеуказанных исследований, средняя потеря клеток после факоэмульсификации составляет 4,01–12,94 % в течение года, а в течение 2 мес. — 5,2–9,1 %, что подтверждается данными проведённого нами исследования. Применение вискоэластиков помогает снизить эту потерю, но полностью её предотвратить невозможно. Тем не менее интраоперационное использование вискоэластиков уменьшает негативное влияние ультразвука во время выполнения фрагментации ядра и тем самым нивелирует повреждение структур глаза благодаря рассеиванию энергии и поглощению её вязкой средой [22].

Исследованные нами отечественные вискоэластики ранее уже были апробированы в офтальмологической

практике. Изучалось их непосредственное влияние на уровень ВГД после операции, плотность эндотелиальных клеток и толщину центральной зоны роговицы в сравнении с зарубежными аналогами — Viscoat (Alcon) и Amvisc Plus (Bausch&Lomb) [10]. В своей работе мы расширили рамки исследования и оценили динамику данных показателей в различные сроки после оперативного вмешательства: на 1, 7 и 30-й дни.

ВЫВОДЫ

Клиническая эффективность применения адгезивного и когезивного вискоэластиков отечественного производства Адгевиск и Когевиск (ООО «Солофарм», Россия) при факоэмульсификации начальной неосложнённой возрастной катаракты по технике soft-shell сопоставима с применением зарубежных аналогов Viscoat (Alcon) и Amvisc Plus (Bausch&Lomb), что подтверждается отсутствием статистически значимых различий исследуемых показателей послеоперационного состояния структур глазного яблока и объясняется их сходным составом, молекулярной массой и вязкостью.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Исследование не имело финансового обеспечения или спонсорской поддержки.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the study, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. The study had no financial support or sponsorship.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Borkenstein A.F., Borkenstein E.M., Malyugin B. Ophthalmic viscosurgical devices (OVDs) in challenging cases: a Review // *Ophthalmol Ther.* 2021. Vol. 10, No. 4. P. 831–843. DOI: 10.1007/s40123-021-00403-9
2. Meduri A., Urso M., Signorino G.A., et al. Cataract surgery on post radial keratotomy patients // *Int J Ophthalmol.* 2017. Vol. 10, No. 7. P. 1168–1170. DOI: 10.18240/ijo.2017.07.23

3. Kretz F.T.A., Limberger I.-J., Auffarth G.U. Corneal endothelial cell coating during phacoemulsification using a new dispersive hyaluronic acid ophthalmic viscosurgical device // *J Cataract Refract Surg.* 2014. Vol. 40, No. 11. P. 1879–1884. DOI: 10.1016/j.jcrs.2014.04.025
4. Auffarth G.U., Auerbach F.N., Rabsilber T., et al. Comparison of the performance and safety of 2 ophthalmic viscosurgical devices in cataract surgery // *J Cataract Refract Surg.* 2017. Vol. 43, No. 1. P. 87–94. DOI: 10.1016/j.jcrs.2016.10.025
5. Arshinoff S.A. Dispersive-cohesive viscoelastic soft shell technique // *J Cataract Refract Surg.* 1999. Vol. 25, No. 2. P. 167–173. DOI: 10.1016/S0886-3350(99)80121-7
6. Kunishige T., Takahashi H. Effects of combinations of ophthalmic viscosurgical devices and suction flow rates on the corneal endothelial cell damage incurred during phacoemulsification // *J Ophthalmol.* 2020. Vol. 2020. ID2159363. DOI: 10.1155/2020/2159363
7. Malvankar-Mehta M.S., Fu A., Subramanian Y., Hutnik C. Impact of ophthalmic viscosurgical devices in cataract surgery // *J Ophthalmol.* 2020. Vol. 2020. ID 7801093. DOI: 10.1155/2020/7801093
8. Watanabe I., Hoshi H., Sato M., Suzuki K. Rheological and adhesive properties to identify cohesive and dispersive ophthalmic viscosurgical devices // *Chem Pharm Bull (Tokyo).* 2019. Vol. 67, No. 3. P. 277–283. DOI: 10.1248/cpb.c18-00890
9. Suzuki H., Igarashi T., Shiwa T., Takahashi H. Efficacy of ophthalmic viscosurgical devices in preventing temperature rise at the corneal endothelium during phacoemulsification // *Curr Eye Res.* 2016. Vol. 41, No. 12. P. 1548–1552. DOI: 10.3109/02713683.2015.1136420
10. Лоскутов И.А., Корнеева А.В. Влияние отечественных вискоэластиков на уровень офтальмотонуса после факоэмульсификации // *Национальный журнал глаукома.* 2020. Т. 19, № 2. С. 31–38. DOI: 10.25700/NJG.2020.02.04
11. Ramezani F., Nazarian M., Rezaei L. Intraocular pressure changes after phacoemulsification in pseudoexfoliation versus healthy eyes // *BMC Ophthalmol.* 2021. Vol. 21, No. 1. ID198. DOI: 10.1186/s12886-021-01970-y
12. Carolan J.A., Liu L., Alexeff S.E., et al. Intraocular pressure reduction after phacoemulsification: a matched cohort study // *Ophthalmol Glaucoma.* 2021. Vol. 4, No. 3. P. 277–285. DOI: 10.1016/j.ogla.2020.10.002
13. Kiddee W., Tanjana A. Variations of intraocular pressure measured by Goldmann applanation tonometer, Tono-Pen, iCare rebound tonometer, and Pascal dynamic contour tonometer in patients with corneal edema after phacoemulsification // *J Glaucoma.* 2021. Vol. 30, No. 4. P. 317–324. DOI: 10.1097/IJG.0000000000001725
14. Потемкин В.В., Варганова Т.С., Агеева Е.В. Влияние факоэмульсификации на состояние эндотелия роговицы у пациентов с псевдоэкзофиативным синдромом // *Российский офтальмологический журнал.* 2019. Т. 12, № 1. С. 50–55. DOI: 10.21516/2072-0076-2019-12-1-50-55
15. Hwang H.B., Lyu B., Yim H.B., Lee N.Y. Endothelial cell loss after phacoemulsification according to different anterior chamber depths // *J Ophthalmol.* 2015. Vol. 2015. ID 210716. DOI: 10.1155/2015/210716
16. Шухаев С.В. Сравнительная оценка потери эндотелиальных клеток в зоне роговичного тоннеля после выполнения микрокоаксиальной и бимануальной факоэмульсификации катаракты (ФЗК) // *Вестник Оренбургского государственного университета.* 2013. № 4. С. 315–317.
17. Perone J.M., Boiche M., Lhuillier L., et al. Correlation between postoperative central corneal thickness and endothelial damage after cataract surgery by phacoemulsification // *Cornea.* 2018. Vol. 37, No. 5. P. 587–590. DOI: 10.1097/ICO.0000000000001502
18. Onakpoya O.H., Adeoye A.O., Adegbehingbe B.O., et al. Intraocular pressure variation after conventional extracapsular cataract extraction, manual small incision cataract surgery and phacoemulsification in an indigenous black population // *Pan Afr Med J.* 2020. Vol. 36. ID119. DOI: 10.11604/pamj.2020.36.119.16942
19. Ungricht E.L., Culp C., Qu P., et al. Effect of phacoemulsification fluid flow on the corneal endothelium: experimental study in rabbit eyes // *J Cataract Refract Surg.* 2022. Vol. 48, No. 4. P. 481–486. DOI: 10.1097/j.jcrs.0000000000000768
20. Vasavada V., Raj S.M., Praveen M.R., et al. Real-time dynamic intraocular pressure fluctuations during microcoaxial phacoemulsification using different aspiration flow rates and their impact on early postoperative outcomes: a randomized clinical trial // *J Refract Surg.* 2014. Vol. 30, No. 8. P. 534–540. DOI: 10.3928/1081597X-20140711-06
21. Reuschel A., Bogatsch H., Barth T., Wiedemann R. Comparison of endothelial changes and power settings between torsional and longitudinal phacoemulsification // *J Cataract Refract Surg.* 2010. Vol. 36, No. 11. P. 1855–1861. DOI: 10.1016/j.jcrs.2010.06.060
22. Huseyin M., Fatma B.E., Emin K., Sami L.S. Corneal endothelial damage in phacoemulsification using an anterior chamber maintainer compared with using an ophthalmic viscosurgical device // *J Cataract Refract Surg.* 2021. Vol. 47, No. 5. P. 612–617. DOI: 10.1097/j.jcrs.0000000000000493
23. Sharma N., Singhal D., Nair S.P., et al. Corneal edema after phacoemulsification // *Indian J Ophthalmol.* 2017. Vol. 65, No. 12. P. 1381–1389. DOI: 10.4103/ijo.IJO_871_17
24. Lahagu E.A., Fachiroh J., Anugrah A.S., et al. Changes of lactate dehydrogenase in corneal edema after cataract surgery treated with trans-corneal oxygenation therapy // *Int J Ophthalmol.* 2020. Vol. 13, No. 7. P. 1148–1151. DOI: 10.18240/ijo.2020.07.19
25. ТУ 32.50.50-011-64260974-2018. Вископротектор Когевикс®: инструкция по применению медицинского изделия.
26. Storr-Paulsen A., Norregaard J.C., Ahmed S., et al. Endothelial cell damage after cataract surgery: divide-and-conquer versus phaco-chop technique. *Journal of Cataract and Refractive Surgery.* 2008. Vol. 34, No. 6. P. 996–1000. DOI: 10.1016/j.jcrs.2008.02.013

REFERENCES

1. Borkenstein AF, Borkenstein EM, Malyugin B. Ophthalmic viscosurgical devices (OVDs) in challenging cases: a review. *Ophthalmol Ther.* 2021;10(4):831–843. DOI: 10.1007/s40123-021-00403-9
2. Meduri A, Urso M, Signorino GA, et al. Cataract surgery on post radial keratotomy patients. *Int J Ophthalmol.* 2017;10(7):1168–1170. DOI: 10.18240/ijo.2017.07.23
3. Kretz FTA, Limberger I-J, Auffarth GU. Corneal endothelial cell coating during phacoemulsification using a new dispersive hyaluronic acid ophthalmic viscosurgical device. *J Cataract Refract Surg.* 2014;40(11):1879–1884. DOI: 10.1016/j.jcrs.2014.04.025
4. Auffarth GU, Auerbach FN, Rabsilber T, et al. Comparison of the performance and safety of 2 ophthalmic viscosurgical devices in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2017;43(1):87–94. DOI: 10.1016/j.jcrs.2016.10.025

5. Arshinoff SA. Dispersive-cohesive viscoelastic soft shell technique. *J Cataract Refract Surg.* 1999;25(2):167–173. DOI: 10.1016/S0886-3350(99)80121-7
6. Kunishige T, Takahashi H. Effects of combinations of ophthalmic viscosurgical devices and suction flow rates on the corneal endothelial cell damage incurred during phacoemulsification. *J Ophthalmol.* 2020;2020:2159363. DOI: 10.1155/2020/2159363
7. Malvankar-Mehta MS, Fu A, Subramanian Y, Hutnik C. Impact of ophthalmic viscosurgical devices in cataract surgery. *J Ophthalmol.* 2020;2020:7801093. DOI: 10.1155/2020/7801093
8. Watanabe I, Hoshi H, Sato M, Suzuki K. Rheological and adhesive properties to identify cohesive and dispersive ophthalmic viscosurgical devices. *Chem Pharm Bull (Tokyo).* 2019;67(3):277–283. DOI: 10.1248/cpb.c18-00890
9. Suzuki H, Igarashi T, Shiwa T, Takahashi H. Efficacy of Ophthalmic viscosurgical devices in preventing temperature rise at the corneal endothelium during phacoemulsification. *Curr Eye Res.* 2016;41(12):1548–1552. DOI: 10.3109/02713683.2015.1136420
10. Loskoutov IA, Korneeva AV. The influence of new ophthalmic viscoelastic devices on the level of intraocular pressure after phacoemulsification. *National Journal glaucoma.* 2020;19(2):31–38. (In Russ.) DOI: 10.25700/NJG.2020.02.04
11. Ramezani F, Nazarian M, Rezaei L. Intraocular pressure changes after phacoemulsification in pseudoexfoliation versus healthy eyes. *BMC Ophthalmol.* 2021;21(1):198. DOI: 10.1186/s12886-021-01970-y
12. Carolan JA, Liu L, Alexeeff SE, et al. Intraocular pressure reduction after phacoemulsification: a matched cohort study. *Ophthalmol Glaucoma.* 2021;4(3):277–285. DOI: 10.1016/j.ogla.2020.10.002
13. Kiddee W, Tanjana A. Variations of intraocular pressure measured by Goldmann applanation tonometer, Tono-Pen, iCare rebound tonometer, and Pascal dynamic contour tonometer in patients with corneal edema after phacoemulsification. *J Glaucoma.* 2021;30(4):317–324. DOI: 10.1097/IJG.0000000000001725
14. Potemkin VV, Varganova TS, Ageeva EV. The impact of phacoemulsification on corneal endothelial cells in patients with pseudoexfoliation syndrome. *Russian Ophthalmological Journal.* 2019;12(1):50–55. (In Russ.) DOI: 10.21516/2072-0076-2019-12-1-50-55
15. Hwang HB, Lyu B, Yim HB, Lee NY. Endothelial cell loss after phacoemulsification according to different anterior chamber depths. *J Ophthalmol.* 2015;2015:210716. DOI: 10.1155/2015/210716
16. Shukhayev SV. Comparative estimation of endothelial cell loss in the zone of the corneal tunnel after microcoaxial and bimanual phacoemulsification. *Vestnik of the Orenburg State University.* 2013;(4):315–317. (In Russ.)
17. Perone JM, Boiche M, Lhuillier L, et al. Correlation between postoperative central corneal thickness and endothelial damage after cataract surgery by phacoemulsification. *Cornea.* 2018;37(5):587–590. DOI: 10.1097/ICO.0000000000001502
18. Onakpoya OH, Adeoye AO, Adegbehingbe BO, et al. Intraocular pressure variation after conventional extracapsular cataract extraction, manual small incision cataract surgery and phacoemulsification in an indigenous black population. *Pan Afr Med J.* 2020;36:119. DOI: 10.11604/pamj.2020.36.119.16942
19. Ungricht EL, Culp C, Qu P, et al. Effect of phacoemulsification fluid flow on the corneal endothelium: experimental study in rabbit eyes. *J Cataract Refract Surg.* 2022;48(4):481–486. DOI: 10.1097/j.jcrs.0000000000000768
20. Vasavada V, Raj SM, Praveen MR, et al. Real-time dynamic intraocular pressure fluctuations during microcoaxial phacoemulsification using different aspiration flow rates and their impact on early postoperative outcomes: a randomized clinical trial. *J Refract Surg.* 2014;30(8):534–540. DOI: 10.3928/1081597X-20140711-06
21. Reuschel A, Bogatsch H, Barth T, Wiedemann R. Comparison of endothelial changes and power settings between torsional and longitudinal phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36(11):1855–1861. DOI: 10.1016/j.jcrs.2010.06.060
22. Huseyin M, Fatma BE, Emin K, Sami LS. Corneal endothelial damage in phacoemulsification using an anterior chamber maintainer compared with using an ophthalmic viscosurgical device. *J Cataract Refract Surg.* 2021;47(5):612–617. DOI: 10.1097/j.jcrs.0000000000000493
23. Sharma N, Singhal D, Nair SP, et al. Corneal edema after phacoemulsification. *Indian J Ophthalmol.* 2017;65(12):1381–1389. DOI: 10.4103/ijo.IJO_871_17
24. Lahagu EA, Fachiroh J, Anugrah AS, et al. Changes of lactate dehydrogenase in corneal edema after cataract surgery treated with trans-corneal oxygenation therapy. *Int J Ophthalmol.* 2020;13(7):1148–1151. DOI: 10.18240/ijo.2020.07.19
25. TU 32.50.50-011-64260974-2018. Viskoprotektor Kogevisk®. *Instruktsiya po primeneniyu meditsinskogo izdeliya.* (In Russ.)
26. Storr-Paulsen A, Norregaard JC, Ahmed S, et al. Endothelial cell damage after cataract surgery: divide-and-conquer versus phaco-chop technique. *Journal of Cataract and Refractive Surgery.* 2008;34(6):996–1000. DOI: 10.1016/j.jcrs.2008.02.013

ОБ АВТОРАХ

***Георгий Зурабович Джалишвили**, врач-офтальмолог кафедры офтальмологии с клиникой им. проф. Ю.С. Астахова; адрес: 197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8; e-mail: zurabych@yandex.ru

Эльмаз Эльдаровна Фарикова, врач-офтальмолог кафедры офтальмологии с клиникой им. проф. Ю.С. Астахова; e-mail: Elmazfarikova@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

AUTHORS' INFO

***Georgy Z. Dzhaliashvili**, Ophthalmologist, Professor Yu.S. Astakhov Ophthalmology Department with Clinic; address: 6–8, L'va Tolstogo st., Saint Petersburg, 197022, Russia; e-mail: zurabych@yandex.ru

Elmaz E. Farikova, Ophthalmologist, Professor Yu.S. Astakhov Ophthalmology Department with Clinic; e-mail: Elmazfarikova@yandex.ru