

В ПОМОЩЬ ПРАКТИЧЕСКОМУ ВРАЧУ GUIDE FOR GENERAL PRACTITIONERS

Научная статья

УДК 617.741-004.1

doi: <https://doi.org/10.19163/1994-9480-2024-21-4-159-165>

Применение дисперсивного вискоэластика в качестве дополнительной опоры при хирургии катаракты с несостоятельностью связок хрусталика

С.О. Абдугаффаров¹ ✉, Ю.В. Григорьева¹, И.А. Ильинская², С.Ю. Копаев¹

¹ Микрохирургия глаза имени академика С.Н. Фёдорова, Москва, Россия

² Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия

Аннотация. Проанализирован поиск источников литературы по реферативным базам PubMed по ключевым словам cataract phacoemulsification, lens subluxation, OVD, данным российских публикаций по теме статьи за период до 2023 г. включительно. Под наблюдением находилось 2 пациента: пациент 67 лет с диагнозом OS: Осложненная катаракта, подвывих хрусталика 2 ст. Первичная открытоугольная глаукома 2а, оперированная. Псевдоэкзофоллиативный синдром. Острота зрения при поступлении vis OS = 0,2 н/к. Второй пациент, 68 лет, с диагнозом OS: Осложненная катаракта, подвывих хрусталика 2 ст. Псевдоэкзофоллиативный синдром. Острота зрения при поступлении OS = 0,1 н/к. Обоим пациентам была проведена факоэмульсификация с имплантацией ИОЛ с применением дисперсивного вискоэластика в качестве дополнительной опоры. Результаты. На первые сутки после операции у первого пациента некорректированная острота зрения составила VOS = 0,8. У второго пациента на первые сутки после операции острота зрения составила VOS = 0,8. Оба пациента субъективно удовлетворены полученными зрительными функциями. Заключение. Таким образом, данные клинические случаи демонстрирует весьма успешную реализацию проведения факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ у пациентов с несостоятельностью связок хрусталика.

Ключевые слова: подвывих хрусталика, дисперсивный вискоэластик, факоэмульсификация катаракты

Original article

doi: <https://doi.org/10.19163/1994-9480-2024-21-4-159-165>

Dispersive viscoelastic as an additional support in cataract surgery with incompetent of zonula ciliaris

S.O. Abdugaffarov¹ ✉, Yu.V. Grigoryeva¹, I.A. Ilinskaya², S.Yu. Kopayev¹

¹S.N. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Moscow, Russia

²Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Abstract. To perform the review, a search of literature sources was analyzed in the PubMed abstract database using the keywords “cataract”, “lens subluxation”, “OVD” and data from Russian publications on the topic of the article for the period up to 2023 inclusive. There were 2 patients under observation: a 67 year old patient with a diagnosis of OS: Complicated cataract, grade 2 lens subluxation. Primary open-angle glaucoma 2a, operated on. Pseudoexfoliation syndrome. Visual acuity on admission vis OS = 0.2. The second patient, 68 years old, diagnosed with OS: Complicated cataract, grade 2 lens subluxation. Pseudoexfoliation syndrome. Visual acuity on admission OS = 0.1 n/k. Both patients underwent phacoemulsification with IOL implantation using dispersive viscoelastic as an additional support. Results: On the first day after surgery, the first patient’s uncorrected visual acuity was Vis OS = 0.8. In the second patient, on the first day after surgery, visual acuity was Vis OS = 0.8. Both patients were subjectively satisfied with the visual functions obtained. Conclusion: Thus, this clinical case demonstrates a very successful implementation of cataract phacoemulsification with IOL implantation in patients with lens ligament failure.

Keywords: lens subluxation, dispersive viscoelastic, phacoemulsification

Наличие подвывиха хрусталика является одним из наиболее неблагоприятных и осложняющих факторов в хирургии катаракты, который встречается в 5–15 % случаев [1]. Хирургия катаракты, осложненная патологией связочного аппарата хрусталика, является од-

ной из актуальных проблем микрохирургии глаза [2]. Катаракта осложняется подвывихом и сопровождается дефектом и растяжением связок хрусталика при наличии таких сопутствующих патологий, как перезревшая возрастная катаракта, миопия высокой степени,

© Абдугаффаров С.О., Григорьева Ю.В., Ильинская И.А., Копаев С.Ю., 2024

© Abdugaffarov S.O., Grigoryeva Yu.V., Ilinskaya I.A., Kopayev S.Yu., 2024

псевдоэкзофалиативный синдром, контузия глаза, глаукома, синдром Марфана, предшествующие операции на глазах (витрэктомия, трабекулэктомия) и др. [1, 2, 3].

Технология удаления хрусталика с подвывихом эволюционировала от реклинации до фемтолазер-ассистированной экстракции катаракты (ФЛАЭК) [4, 5]. Методы лечения подвывиха хрусталика менялись и совершенствовались не одно столетие [6, 7]. В XVI веке появляется методика, названная дисцизией. Она заключалась в повреждении капсулы хрусталика, запуске процессов резорбции хрусталикового вещества, сморщивании капсулы хрусталика и исключении его из оптической системы. С XVIII по XX век было предложено множество модификаций выполнения интра- и экстракапсулярной экстракции катаракты для менее травматичного захвата и удаления помутневшего хрусталика. Но лишь в 60-х годах XX века Чарльзом Келманом была разработана методика факоэмульсификации катаракты (ФЭК) [5, 8].

При подвывихе хрусталика для поддержания его капсулы используют капсулоретракторы, что сопряжено с травматизацией и нестабильностью передней камеры из-за дополнительных разрезов. При ослабленном связочном аппарате для повышения стабильности положения хрусталика имплантируют капсульные кольца до этапа фрагментации и эмульсификации ядра хрусталика [9, 10, 11], что усложняет удаление кортикальных масс, приводит к высокому риску наличия остаточных кортикальных масс, развитию послеоперационного иридоциклита или вторичной катаракты.

Внутрикапсульные сегменты, внутрикапсульные кольца различных модификаций для подшивания к склере, иридокапсулярные сегменты, используемые для удержания капсульного мешка, не приводят к сохранению неподвижной задней капсулы хрусталика во время факоэмульсификации, что сопряжено с дополнительной ее травматизацией [9, 12, 13]. Невозможность сохранения неподвижной задней капсулы хрусталика связано с возникновением синдрома интраоперационной девиации инфузионных потоков и симптома «патологической подвижности» задней капсулы при слабости связочного аппарата хрусталика и разрушении гиалоидно-капсулярной связки (связки Вигера) [14].

До 2000 г. в зарубежной литературе преобладал термин «вискоэластики», сменившейся позже на «*ophthalmic viscoelastic device*» (OVD), дословно – «офтальмологическое вискоэластичное устройство (инструмент)», что подчеркивает широту функций вискоэластиков в офтальмохирургии. Наибольший вклад в создание и применение вискоэластиков внес Balazs [15, 16]. В 1958 г. Balazs предложил использовать гиалуроновую кислоту в ходе операции по устранению отслойки сетчатки в качестве замены стекловидного тела, осуществив ее введение в витреальную полость [17]. Также в литературе описаны случаи применения

вискоэластика при имплантации ИОЛ и для поддержания объема передней камеры [18].

Вискоэластики (ВЭ) представляют собой фармакологически неактивные, прозрачные жидкости с высокой вязкостью и эластичностью, одновременно обладающие свойствами гелей и твердых тел [19]. Свойства вискоэластичных материалов описываются такими физическими понятиями, как вязкость и псевдопластичность. Псевдопластичность проявляется при взаимодействии ВЭ с ирригационными потоками жидкости. В 1998 г. появился класс вискоадаптивных материалов (Healon5), а в 2004 г. на рынок был выпущен DisCoVisc – дисперсный вископротектор с высокой вязкостью. Это потребовало пересмотра классификации, которая помимо вязкости включает, предложенный в 1998 г. Arshinoff и соавт., когезивнодисперсный индекс (CDI), по величине которого дисперсные вискоэластики имеют CDI ниже 30, а когезивные – выше 30 [20].

Когезивные ВЭ с высокой вязкостью представляют собой растворы гиалуроната натрия 1 % с высокой молекулярной массой. Наличие длинных цепочек обеспечивает большую плотность межмолекулярного связывания, благодаря чему материал перемещается единым конгломератом.

Дисперсные ВЭ обладают низкой вязкостью и представлены короткоцепочечным гиалуронатом натрия, который зачастую комбинируется с другим полимером (хондроитинсульфатом или гидроксипропилметилцеллюлозой) или даже заменяется на него. За счет меньшей длины цепочек образуется меньше молекулярных связей, поэтому молекулы слабо связаны друг с другом, материал может фрагментироваться. Следовательно, даже при средней скорости аспирации препарат плохо вымывается и за один раз удаляется лишь небольшое его количество.

Дисперсные ВЭ с низкой вязкостью характеризуются меньшей псевдопластичностью, чем когезивные ВЭ с высокой вязкостью. Дисперсивные вискоэластики в комбинации с хондроитинсульфатом предпочтительнее в силу того, что они имеют высокие адгезивные свойства и за счет меньшего молекулярного веса в отличие от гидроксипропилметилцеллюлозы риск послеоперационного повышения внутриглазного давления минимален при наличии небольших количеств в глазу [21, 22, 23].

К общепризнанным требованиям, предъявляемым к вискоэластикам в факохирургии, относят «легкость» введения и эвакуации, максимальную прозрачность, возможность поддержания объема передней камеры без затруднения циркуляции жидкости. Важным свойством ВЭ также является способность защищать ткани глаза, и в первую очередь задний эпителий роговицы (ЗЭР).

Факоэмульсификация катаракты через малый разрез методом Факочоп опирается на объемный ирригационный поток для поддержания передней камеры. Именно

из-за опоры со стороны задней капсулы и связочного аппарата хрусталика данная хирургическая методика безопасна и эффективна. При слабости связочного аппарата хрусталика страдает опорная функция со стороны не только задней капсулы, но и передней капсулы. Все вышеперечисленные методы стабилизации капсульного мешка при помощи дополнительных аксессуаров обеспечивают стабильное центрированное положение хрусталика во время факоэмульсификации ядра, но не позволяют создать опоры со стороны задней капсулы на этапах факоэмульсификации, ирригации-аспирации, и передней капсулы во время формирования непрерывного кругового капсулорексиса, а также сопряжены с дополнительной травматизацией роговицы и риском послеоперационного иридоциклита из-за риска остаточных кортикальных масс. Офтальмологические вискоэластичные устройства (инструменты), а именно дисперсивные вискоэластики, в силу своих физических свойств и химической структуры молекул, при введении их в пространство между экватором хрусталика и цилиарным телом, а также в ретролентальное пространство позволяют не только создать опору со стороны экватора хрусталика и задней капсулы без формирования дополнительных разрезов, но и обеспечивают стабильность передней камеры и защищают ЗЭР при факоэмульсификации катаракты с подвывихом хрусталика.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Оценить особенность техники факоэмульсификации с имплантацией ИОЛ с применением дисперсивного вискоэластика в качестве дополнительной опоры.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Прооперированы 6 пациентов с подвывихом хрусталика второй и более степеней. Во всех случаях были запланированы 2 модели линзы: для внутрикапсульной фиксации и для зрачковой фиксации. У двух пациентов капсульный мешок был удален на этапе ирригации-аспирации. У четырех пациентов операция проведена с имплантацией заднекамерной ИОЛ в капсульный мешок с подшиванием верхней гаптики к радужке.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Следует также отметить, что во всех случаях не произошло потери стекловидного тела и достигнуты высокие зрительные функции.

Клинический пример

С жалобами на снижение остроты зрения левого глаза пациент обратился в МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова, г. Москва. Острота зрения левого глаза – 0,2 н/к. Из анамнеза диагноз глаукома с 2015 г. Непроницающая глубокая склерэктомия в 2022 г. в МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова, г. Москва. При биомикроскопии левого

глаза фильтрационная подушка на 12 ч, роговица прозрачная, радужка атрофичная, зрачок круглой формы, псевдоэкзофолии по краю, выраженный иридофаконез. Хрусталик – помутнение в ядре и кортексе. ДЗН бледноват, границы четкие, сосуды сужены, ЭД – 0,7. Макулярная область – за флером. Глубина передней камеры составляла 2,5 мм, толщина хрусталика – 4,5 мм. Внутриглазное давление в норме. Больному выставлен диагноз: Осложненная катаракта, подвывих хрусталика 2 ст. Первичная открытоугольная глаукома II а, оперированная. Псевдоэкзофолиативный синдром.

Пациенту проведена факоэмульсификация катаракты левого глаза на аппарате Centurion фирмы Alcon (США). Предварительно запланированы ИОЛ CAN-60 (Alcon, США) оптической силой 21,5 дптр и РСПЗ оптической силой 20,5 дптр. Линза рассчитана по формуле Holladay по данным оптической биометрии.

После капельной и парабульбарной анестезии сформирован основной лимбальный разрез шириной 2 мм и длиной 2 мм на 11 часах и лимбальный парацентез на 2 часах. В переднюю камеру введен 0,2 мл 1%-го раствора Мезатона. Передняя камера заполнена раствором дисперсивного вискоэластика (сочетание гиалуроната натрия 3 % и хондроитинсульфата 4 %, когезивно-дисперсионный индекс <30; вязкость при нулевом сдвиге $V_0 < 10^4$ мПа × с), после канюля с вискоэластиком заведена за радужку и трансконъюнктивно введен дисперсивный вискоэластик в сторону ретролентального пространства – на 9 и на 3 часах до момента появления волны в ретролентальном пространстве в области экватора хрусталика, что обеспечивает интраоперационную стабильность хрусталика. Цистотомом через основной разрез в центре передней капсулы сформирована капсулотомия. Через парацентез введен вспомогательный инструмент (чоппер с закругленным концом) и при умеренном надавливании на ядро хрусталика для дополнительной стабилизации хрусталика сформирован непрерывный круговой капсулорексис цистотомом диаметром 5,5 мм. После шадящей гидродиссекции и гидроделиниации ротация ядра не проведена с целью профилактики дополнительного диализа цинновых связей. Произведена факофрагментация и эмульсификация ядра хрусталика по методу «горизонтальный факочоп». После чего повторно стабилизирован капсульный мешок, введением адгезивного вискоэластика в переднюю камеру и капсульный мешок, одномоментно с проведением вискодиссекции кортикальных масс, а также трансконъюнктивно в ретролентальное пространство. После аспирации хрусталиковых масс произведена имплантация внутрикапсульного кольца и ИОЛ при помощи инжектора в капсульный мешок. Для профилактики децентрации и дислокации комплекса «ИОЛ + капсульный мешок» в позднем послеоперационном периоде произведено подшивание верхней гаптики ИОЛ к радужке (рис.).

После вымывания вискоэластика проведена гидратация парацентеза и основного разреза. Щадящая техника операции и применение дисперсивного вискоэластика позволили добиться стабильности капсульного мешка на всех этапах хирургии катаракты.

В первые сутки после операции левого глаза роговица прозрачная, положение ИОЛ правильное, центрированная передняя камера средней глубины, зрачок круглый, шов на радужке стабилен, рефлекс с глазного дна розовый. Рефракция составила sph -0,75 cyl -0,25 ax 30; некорригированная острота зрения – 0,8. Внутриглазное давление 18 мм рт. ст.

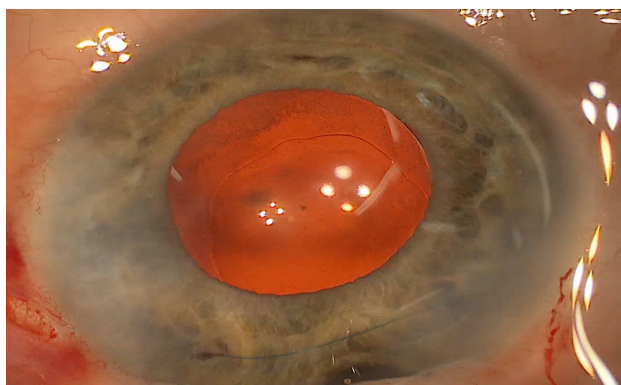


Рис. Заднекамерная интраокулярная линза CAN-60 в капсульном мешке, подшитая к радужке на 12 часов

Вискостабилизация – техника, обеспечивающая стабильность хрусталика на всех этапах хирургии катаракты. С момента появления термина «Вискохирургия» в 1979 г. область применения вискоэластиков очень сильно увеличилась, в частности в хирургии катаракты.

По мнению Dick и Schwenn (2000), вискоэластики применяли в хирургии катаракты для решения таких задач, как защита ЗЭР от прямого контакта с фрагментами хрусталика и ирригационной жидкости, увеличение и поддержание глубины передней камеры с репозицией иридо-хрусталиковой диафрагмы и стекловидного тела, расширение зрачка (вискомидрiaz), смещение края передней капсулы и профилактика его сворачивания, разделение передних и задних синехий, вискодиссекция ядра хрусталика, облегчение вращения ядра в капсульной сумке, выведение ядра при инъекции ВЭ под него, наполнение и расправление капсульного мешка и передней камеры для имплантации ИОЛ в капсульном мешке, в правильном положении. По мере развития хирургии область применения ВЭ также расширилась. В настоящее время различные виды вискоэластиков, а именно дисперсивные, применяются для проведения заднего непрерывного кругового капсулорексиса [16], для наполнения капсульного мешка и передней камеры дисперсивным вискоэластиком в случаях подвывиха хрусталика

на этапе ирригации-аспирации (Chang), для безопасного проведения непрерывного кругового капсулорексиса и удаления фрагментов хрусталика с применением различных вискоэластиков получившая широкое распространение методика Softshell [19], для отделения вещества хрусталика от капсульной сумки, получившая название вискодиссекция в случаях заднекапсурной катаракты [21], для блокировки дисперсивным вискоэластиком дефекта связок или поддержки ядра в случаях разрыва задней капсулы. Также, доктором Ричардом Паккардом, членом Королевского хирургического колледжа, предложена техника задней левитации при помощи вискоэластика «Вискот», обеспечивающая дополнительную опору для хрусталика при проведении факоэмульсификации [24]. Появление в офтальмохирургии такого синдрома, как синдром интраоперационной девиации ирригационного потока, проявляющийся при наличии подвывиха хрусталика и разрушении гиалоидно-капсулярной связки (связки Вигера), дало новый виток развития в применении вискоэластиков для снижения риска разрыва задней капсулы и трансконъюнкционной миграции фрагментов хрусталика [25].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метод интраоперационной вискостабилизации капсульного мешка дает возможность создать опору не только со стороны передней капсулы, но и задней, которая значительно снижается при слабости связочного аппарата хрусталика, создает барьер дисперсивным вискоэластиком между стекловидным телом и задней капсулой, что позволяет сохранить переднюю гиалоидную мембрану интактной, снизить риск потери стекловидного тела, снизить риск послеоперационного повышения внутриглазного давления.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Егоров В.В., Тонконогий С.В., Данилов О.В. Ультразвуковая биомикроскопия в предоперационной диагностике слабости цинновых связок у пациентов с сочетанием возрастной катаракты и псевдоэкзофолиативного синдрома. *Новые технологии диагностики и лечения заболеваний органа зрения в Дальневосточном регионе: Сборник научных работ*. Хабаровск, 2013. С. 142–147.
2. Паштаев Н.П. Хирургия подвывихнутого и вывихнутого в стекловидное тело хрусталика. Чебоксары: ГОУ ИУВ, 2007. 92 с.
3. Crema A.S. Femtosecond laser-assisted cataract surgery in patients with Marfan syndrome and subluxated lens. *Journal of Refractive Surgery*. 2015;31(5.):338–341.
4. Анисимова С.Ю., Анисимов С.И., Трубилин В.Н. и др. Фемтолазерное сопровождение хирургии катаракты. М., 2013. 14 с.
5. Надыргулова А.Р., Невейцева О.А. История развития хирургии катаракты. *Вестник Совета молодых учёных и специалистов Челябинской области*. 2016;3:14.

6. Паштаев Н.П. Хирургическое лечение патологии хрусталика и радужки на основе имплантации комбинированной ИОЛ: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 1999. 48 с.

7. Паштаев Н.П. Ленсектомия подвывихнутого и вывихнутого в стекловидное тело хрусталика: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1986. 24 с.

8. Батьков Е.Н. Имплантация эластичной заднекамерной интраокулярной линзы при несостоятельности капсульно-связочного аппарата хрусталика: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Учреждение Российской академии наук НИИ глазных болезней РАМН, 2010. 24 с.

9. Yang C.S., Chao Y.J. Long-term outcome of combined vitrectomy and transscleral suture fixation of posterior chamber intraocular lenses in the management of posteriorly dislocated lenses. *Journal of the Chinese Medical Association*. 2016;79(8):5.

10. Park H.J., Lee H., Kim do W. Effect of Co-Implantation of a Capsular Tension Ring on Clinical Outcomes after Cataract Surgery with Monofocal Intraocular Lens Implantation. *Yonsei Medical Journal*. 2016;57(5):42.

11. Джаши Б.Г., Исакова И.А. Имплантация капсульных колец в хирургии катаракты на фоне дистрофических изменений и повреждения связочного аппарата хрусталика. *Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии: Сборник научных статей*. 2013:59–62.

12. Lam D.S., Young A.L., Leung A.T. et al. Scleral fixation of a capsular tension ring for severe ectopia lentis. *Journal of cataract and refractive surgery*. 2000;26:609–612. doi: 10.1016/S0886-3350(99)00403-4.

13. Малюгин Б.Э., Головин А.В., Узунян Д.Г. и др. Особенности техники и результаты микроинвазивной факоэмульсификации с использованием оригинальной модели внутрикапсульного кольца у пациентов с обширными дефектами связочного аппарата хрусталика. *Офтальмология*. 2011;3:22–26.

14. Фабрикантов О.Л., Николашин С.И., Пирогова Е.С. Симптом «патологической подвижности» задней капсулы. *Офтальмология*. 2018;3:13–18.

15. Balazs E.A. Physical chemistry of hyaluronic acid. *Federation proceedings*. 1958;17(4):1086–1093.

16. Szirmai J.A., Balazs E.A. Studies on the structure of the vitreous body. III. Cells in the cortical layer. *A.M.A. archives of ophthalmology*. 1958;59(1):34–48.

17. Balazs E.A., Freeman M.I., Kloti R. et al. Hyaluronic acid and replacement of vitreous and aqueous humor. *Modern Problems In Ophthalmology*. 1972;10:3–21.

18. Miller D., O'Connor P., Williams J. Use of N-hyaluronate during intraocular lens implantation in rabbits. *Ophthalmic surgery*. 1977;8(6):58–61.

19. Arshinoff S. New terminology: ophthalmic viscosurgical devices. *Journal of cataract and refractive surgery*. 2000;26(5):627–628.

20. Arshinoff S.A., Jafari M. New classification of ophthalmic viscosurgical devices-2005. *Journal of cataract*

and refractive surgery. 2005;31(11):2167–2171. doi: 10.1016/j.jcrs.2005.08.056.

21. Burke S., Sugar J., Farber M.D. Comparison of the effects of two viscoelastic agents, Healon and Viscoat, on postoperative IOP after penetrating keratoplasty. *Ophthalmic surgery*. 1990;21:821–826.

22. Анисимов С.И., Анисимова С.Ю., Анисимова Н.С. Раствор – протектор роговицы и других поверхностей глаза. Патент RU 2585956, 10.06.2016. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2585956C1_20160610RU2585956C1.

23. Волик С.А., Каде А.Х., Чудилова Г.А. и др. К вопросу о выборе вискоэластика в шунтирующей хирургии глаукомы. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2015;2(151):28–32.

24. Чанг Д. Фако-чоп и другие современные техники хирургии катаракты. Варианты стратегий хирургии осложнённых катаракт. Перевод с англ. Д. Джабер. Под ред. Б.Э. Малюгина. М., 2019. 412 с.

25. Малюгин Б. Э., Мельник М. А., Анисимова Н. С. и др. Способ факоэмульсификации катаракты, обеспечивающий профилактику и купирование синдрома интраоперационной девиации ирригационного потока. Патент RU 2754517. 02.09.2021. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2754517C1_20210902

REFERENCES

1. Egorov V.V., Tonkonogiy S.V., Danilov O.V. Ultrasound biomicroscopy in preoperative diagnosis of weakness of cinnamon ligaments in patients with a combination of age-related cataract and pseudoexfoliative syndrome. *Novye tekhnologii diagnostiki i lecheniya zabolevaniy organa zreniya v Dal'nevostochnom regione: Sbornik nauchnykh rabot = New technologies of diagnostics and treatment of diseases of the organ of vision in the Far Eastern region: Collection of scientific papers*. Khabarovsk, 2013:142–147. (In Russ.).

2. Pashtaeв N.P. Surgery of the lens subluxated and dislocated in the vitreous body. *Cheboksary*, 2007. 92 с (In Russ.).

3. Crema A.S. Femtosecond laser-assisted cataract surgery in patients with Marfan syndrome and subluxated lens. *Journal of Refractive Surgery*. 2015;31(5.):338–341.

4. Anisimova S.Y., Anisimov S.I., Trubilin V.N. et al. Femto-laser support of cataract surgery. Moscow, 2013. 14 p. (In Russ.).

5. Nadyrgulova A.R., Neveytseva O.A. History of cataract surgery development. *Vestnik Soveta molodykh uchenykh i spetsialistov Chelyabinskoi oblasti*. 2016;3:14. (In Russ.).

6. Pashtaeв N.P. Surgical treatment of pathology of the crystalline lens and iris on the basis of implantation of combined IOL. Dissertation abstract of the Doctor of Medical Science. Moscow, 1999. 48 p. (In Russ.).

7. Pashtaeв N.P. Lenectomy of the subluxated and dislocated crystalline lens in the vitreous body. Dissertation abstract of the Candidate of Medical Sciences. Moscow, 1986. 25 p. (In Russ.).

8. Batkov E.N. Implantation of elastic posterior chamber intraocular lens at insolvency of capsule-ligamentous

apparatus of the crystalline lens. Dissertation abstract of the Candidate of Medical Sciences. Institution of the Russian Academy of Sciences Research Institute of Eye Diseases of RAMS, 2010. (In Russ.).

9. Yang C.S., Chao Y.J. Long-term outcome of combined vitrectomy and transscleral suture fixation of posterior chamber intraocular lenses in the management of posteriorly dislocated lenses. *Journal of the Chinese Medical Association*. 2016;79(8):5.

10. Park H.J., Lee H., Kim do W. Effect of Co-Implantation of a Capsular Tension Ring on Clinical Outcomes after Cataract Surgery with Monofocal Intraocular Lens Implantation. *Yonsei Medical Journal*. 2016;57(5):42.

11. Jashi B.G., Isakova I.A. Implantation of capsular rings in cataract surgery against the background of dystrophic changes and damage to the lens ligamentous apparatus. *Sovremennye tekhnologii kataraktal'noi i refraktsionnoi khirurgii: Sbornik nauchnykh statei = Modern technologies of cataract and refractive surgery: Collection of scientific articles*. 2013:59–62. (In Russ.).

12. Lam D.S., Young A.L., Leung A.T. et al. Scleral fixation of a capsular tension ring for severe ectopia lentis. *Journal of cataract and refractive surgery*. 2000;26:609–612. doi: 10.1016/s0886-3350(99)00403-4.

13. Malyugin B.E., Golovin A.V., Uzunyan D.G. et al. Features of technique and results of microinvasive phacoemulsification using the original model of intracapsular ring in patients with extensive defects of lens ligamentous apparatus. *Oftal'mologiya = Ophthalmology*. 2011;3:22–26. (In Russ.).

14. Fabrikantov O.L., Nikolashin S.I., Pirogova E.S. Symptom of “pathologic mobility” of the posterior capsule. *Oftal'mologiya = Ophthalmology*. 2018;3:13–18. (In Russ.).

15. Balazs E.A. Physical chemistry of hyaluronic acid. *Federation proceedings*. 1958;17(4):1086–1093.

16. Szirmai J.A., Balazs E.A. Studies on the structure of the vitreous body. III. Cells in the cortical layer. *A.M.A. archives of ophthalmology*. 1958;59(1):34–48.

17. Balazs E.A., Freeman M.I., Kloti R. et al. Hyaluronic acid and replacement of vitreous and aqueous humor. *Modern Problems In Ophthalmology*. 1972;10:3–21.

18. Miller D., O'Connor P., Williams J. Use of Na-hyaluronate during intraocular lens implantation in rabbits. *Ophthalmic surgery*. 1977;8(6):58–61.

19. Arshinoff S. New terminology: ophthalmic viscosurgical devices. *Journal of cataract and refractive surgery*. 2000;26(5):627–628.

20. Arshinoff S.A., Jafari M. New classification of ophthalmic viscosurgical devices-2005. *Journal of cataract and refractive surgery*. 2005;31(11):2167–2171. doi: 10.1016/j.jcrs.2005.08.056.

21. Burke S., Sugar J., Farber M.D. Comparison of the effects of two viscoelastic agents, Healon and Viscoat, on post-operative IOP after penetrating keratoplasty. *Ophthalmic surgery*. 1990;21:821–826.

22. Anisimov S.I., Anisimova S.Yu., Anisimova N.S. The solution is a protector of the cornea and other surfaces of the eye. Patent RU 2585956, 10.06.2016. (In Russ.) URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2585956C1_20160610RU2585956C1.C1

23. Volik S.A. Kade A.H., Chudilova G.A. et al. On the choice of viscoelastic in glaucoma bypass surgery *Kubanskii nauchnyi meditsinskii vestnik = Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2015;2(151):28–32. (In Russ.).

24. Chang D. Fako-chop and other modern cataract surgery techniques. Options for strategies for surgery of complicated cataracts. Translation from English by D. Jaber. Ed. B.E. Malyugina. Moscow, 2019. 412 p. (In Russ.)

25. Malyugin B.E., Melnik M.A., Anisimova N.S. et al. Method of cataract phacoemulsification providing prevention and relief of irrigation flow intraoperative deviation syndrome. Patent RU 2754517. 02.09.2021. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2754517C1_20210902. (In Russ.).

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

Информация об авторах

Сайидаборбек Ойбек угли Абдугаффаров – ординатор, Микрохирургия глаза имени академика С.Н. Фёдорова, Москва, Россия; ✉ sayidaborbek@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-7097-6503>

Юлия Валериевна Григорьева – врач-офтальмолог, аспирант, Микрохирургия глаза имени академика С.Н. Фёдорова, Москва, Россия; prostoboss2202@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5075-0772>

Ирина Анатольевна Ильинская – кандидат медицинских наук, врач-офтальмохирург, доцент кафедры офтальмологии факультета дополнительного профессионального образования института непрерывного образования и профессионального развития Российской национальной исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия; elff6@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2921-9781>

Сергей Юрьевич Копяев – доктор медицинских наук, доцент, заведующий отделом хирургии хрусталика и интраокулярной коррекции, Микрохирургия глаза имени академика С.Н. Фёдорова, Москва, Россия; kopyaessu@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0001-5085-6788>

Статья поступила в редакцию 13.09.2024; одобрена после рецензирования 05.11.2024; принята к публикации 18.11.2024.

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

Information about the authors

Sayidabrorbek O. Abdugaffarov – Resident, Academician S.N. Fedorov Eye Microsurgery, Moscow, Russia; sayidabrorbek@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-7097-6503>

Yulia V. Grigorieva – ophthalmologist, postgraduate student, Eye Microsurgery named after Academician S.N. Fedorov, Moscow, Russia; prostoboss2202@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5075-0772>

Irina A. Ilinskaya – Candidate of Medical Sciences, Ophthalmic Surgeon, Associate Professor of the Department of Ophthalmology, Faculty of Continuing Professional Education, Institute of Continuing Education and Professional Development, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia; elff6@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2921-9781>

Sergey Yu. Kopayev – MD, Associate Professor, Head of the Department of Lens Surgery and Intraocular Correction, Academician S.N. Fedorov Eye Microsurgery, Moscow, Russia; kopayessu@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0001-5085-6788>

The article was submitted 13.09.2024; approved after reviewing 05.11.2024; accepted for publication 18.11.2024.