

ХИРУРГИЯ КАТАРАКТЫ И ИМПЛАНТАЦИЯ ИОЛ CATARACT SURGERY AND IOL IMPLANTATION

Научная статья

УДК 617.741-007.21

doi: 10.25276/0235-4160-2022-4-18-24

Результаты экспериментального и клинического исследования имплантации новой гидрофильной интраокулярной линзы для коррекции афакии в хирургии катаракты

Е.В. Калинина³, А.Г. Гринев^{1, 2}, М.Б. Свиридова¹, А.М. Данилов², А.А. Гринев¹, В.П. Бачурихин⁴

¹Уральский государственный медицинский университет Минздрава России, Екатеринбург

²Свердловская областная клиническая больница № 1, Екатеринбург

³Городская клиническая больница № 2 им. Федора Христофоровича Граля, Пермь

⁴Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь

РЕФЕРАТ

Цель. Изучить результаты экспериментального и клинического исследования имплантации новой гидрофильной интраокулярной линзы для коррекции афакии в хирургии катаракты. **Материал и методы.** Экспериментальная часть выполнена методом электронной сканирующей микроскопии. Изучены поверхность и угол оптического края ИОЛ «Аквамарин». Клиническая часть включала анализ 500 имплантаций ИОЛ «Аквамарин» со сроком наблюдения 1 месяц (группа 1), из которых выделено 200 имплантаций со сроком наблюдения более одного года (группа 2). **Результаты.** Поверхность ИОЛ не име-

ет дефектов поверхности. Оптический край линзы имеет прямоугольный угол на протяжении 360°. Площадь отклонения от идеальной прямоугольной формы варьирует в пределах 49,06–175,50 мкм² при радиусе 40 мкм и 75,29–264,70 мкм² при радиусе 60 мкм. Имплантация гидрофильных линз «Аквамарин» позволила получить высокую остроту зрения 0,5 и более в 89,6% случаев. **Заключение.** Клиническое исследование выявило высокую увеальную и капсульную биосовместимость ИОЛ «Аквамарин», стабильные рефракционные показатели в течение 1 года.

Ключевые слова: электронная сканирующая микроскопия, ИОЛ «Аквамарин», клиническое исследование, хирургия катаракты ■

Для цитирования: Калинина Е.В., Гринев А.Г., Свиридова М.Б., Данилов А.М., Гринев А.А., Бачурихин В.П. Результаты экспериментального и клинического исследования имплантации новой гидрофильной интраокулярной линзы для коррекции афакии в хирургии катаракты. Офтальмохирургия. 2022;4: 18–24. doi: 10.25276/0235-4160-2022-4-18-24

Автор, ответственный за переписку: Елена Васильевна Калинина, perm.gkb2@yandex.ru

ABSTRACT

Original article

Results of an experimental and clinical study of new hydrophilic intraocular lens implantation for aphakia correction in cataract surgery

E.V. Kalina³, A.G. Grinev^{1,2}, M.B. Sviridova¹, A.M. Danilov², A.A. Grinev¹, V.P. Bachurikhin⁴

¹Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russian Federation

²Sverdlovsk regional clinical hospital No. 1, Yekaterinburg, Russian Federation

³City Clinical Hospital No. 2 F.Kh. Grail, Perm, Russian Federation

⁴Perm State National Research University, Perm, Russian Federation

Purpose. To evaluate results of an experimental and clinical study of new hydrophilic intraocular lens implantation for aphakia correction in cataract surgery. **Material and methods.** Experimental part was performed using electron scanning microscopy. Surface and angle of the optical edge of the IOL «Aquamarine» were studied. Clinical part included analysis of 500 implantations of Aquamarine IOL with a follow-up period up to 1 month (group 1), 200 of those implantations had a

follow-up period up to one year (group 2). **Results.** Surface of the IOL had no superficial defects. Optical edge had a rectangular angle over 360°. Area of deviation from the ideal rectangular shape varied between 49.06–175.50 μm² at a radius of 40 μm and 75.29–264.70 μm² at a radius of 60 μm. Implantation of Aquamarine hydrophilic lenses made it possible to obtain a high visual acuity of 0.5 or more in 89.6% of cases. **Conclusion.** A clinical study revealed high uveal and capsule

biocompatibility of the Aquamarine IOL, and stable refractive data in the follow up period up to 1 year.

For quoting: Kalinina E.V., Grinev A.G., Sviridova M.B., Danilov A.M., Grinev A.A., Bachurikhin V.P. Results of an experimental and clinical study of new hydrophilic intraocular lens implantation for aphakia correction in cataract surgery. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2022;4: 18–24. doi: 10.25276/0235-4160-2022-4-18-24

Corresponding author: Elena V. Kalinina, perm.gkb2@yandex.ru

Key word: electron scanning microscopy, IOL «Aquamarine», clinical research, cataract surgery ■

АКТУАЛЬНОСТЬ

Операция по удалению катаракты является одной из самых частых хирургических процедур в России и за рубежом. На офтальмологическом рынке Российской Федерации существует несколько десятков моделей интраокулярных линз (ИОЛ), отличающихся по составу материала изготовления и дизайну оптики и гаптических элементов. Тем не менее, материал для изготовления и дизайн ИОЛ продолжает совершенствоваться. В последние годы имеется тенденция к выбору гидрофобного материала для изготовления искусственных хрусталиков, но с более высоким процентным содержанием воды, придающей ему гидрофильные свойства [1].

Современные линзы должны обладать абсолютной безопасностью, в том числе иметь высокую увеальную биосовместимость (инертность материала в отношении структур глаза, отсутствие клеточных реакций на поверхности ИОЛ). Материал ИОЛ не должен подвергаться биодegradации на протяжении всей жизни пациента (отсутствия каких-либо помутнений материала или гидратированных вакуолей – эффекта «глистенинга»). Оптическая часть линз должна иметь абсолютно гладкую поверхность, прямоугольный, на протяжении 360° оптический край задней поверхности, выполнять функцию барьера для прорастания эпителиальных клеток хрусталика. Размер и дизайн линзы должны обеспечивать плотное прилегание ИОЛ к задней капсуле, что в сочетании с прямоугольным краем оптики обеспечивает низкий процент регенераторных помутнений по принципу «нет пространства – нет клеток» [2, 3, 4, 5].

Гидрофильные материалы обладают низкой поверхностной энергией, в большей мере контактируют с водой, что способствует меньшему осаждению клеточных депозитов на поверхности линзы, снижая степень проявления клеточных реакций – воспаления, а как следствие этого – фиброза капсулы хрусталика. Кроме того, гидрофильные материалы в меньшей степени подвержены глистенингу [1, 5].

Для оценки качества изготовления линзы, ее поверхности, оптического края ИОЛ, расчетов площади отклонения от идеальной прямоугольной формы оптического края линзы, других экспериментальных исследований используется метод электронной сканирующей микроскопии [6, 7].

Российской компанией НанОптика разработана новая эластичная гидрофильная акриловая интраокуляр-

ная линза – «Аквамарин», которая в настоящее время широко используется в клинической практике [8, 9, 10].

ЦЕЛЬ

Изучить результаты экспериментального и клинического исследования имплантации новой гидрофильной интраокулярной линзы для коррекции афакии в хирургии катаракты. Провести исследование поверхности, дизайна, угла оптического края ИОЛ «Аквамарин» методом электронной сканирующей микроскопии, вычислить площадь отклонения от идеальной прямоугольной формы угла оптического края линзы. Изучить функциональные результаты лечения пациентов с катарактой после имплантации ИОЛ «Аквамарин» в ближайшем (1 месяц) и в отдаленном послеоперационном периодах (1 год), увеальную и капсульную биосовместимость, рефракционные показатели.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Экспериментальная часть исследования выполнена в лаборатории электронной микроскопии кафедры физики твердого тела физического факультета Пермского государственного национального исследовательского университета на микроскопе S-3400N (Hitachi, Япония) по стандартной методике, описанной ранее в литературе [11].

С помощью модифицированного метода электронной сканирующей микроскопии (патент РФ на изобретение №2692996 от 28 июня 2019 г.), согласно которому оптика ИОЛ предварительно разрезалась на шесть сегментов шириной 1 мм, каждый сегмент фотографировался с двух сторон. Расчеты площади отклонения от идеальной прямоугольной проекции были получены в восьми точках оптического края ИОЛ. Снимки сегментов обрабатывались в программе AutoCAD LT 2000 (Autodesk), которая служит для анализа и оценки отклонения формы оптического края ИОЛ от идеальной площади квадратного края. Касательные линии, проведенные к задней и боковой поверхностям оптического края линзы до их пересечения с радиусами 40 и 60 мкм² ограничивают площадь получившейся фигуры между касательными линиями и контуром оптического края, что и является площадью отклонения от идеальной прямоугольной проекции.

В эксперименте было использовано семь ИОЛ с оптической силой от 18 до 26 дптр. В конечном итоге были

учтены результаты расчетов у линзы в 20 дптр, у которой имелся более широкий диапазон данных (минимальное и максимальное значение).

Клиническая часть исследования проведена в ГАУЗ СО «Свердловская областная клиническая больница №1» на клинической базе ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» МЗ РФ.

Проведен анализ результатов 500 имплантаций ИОЛ «Аквамарин» в ближайшем послеоперационном периоде, проведенных без интраоперационных осложнений со сроком наблюдения 1 месяц (группа 1).

В исследование вошли 298 (59,6%) женщин, 202 (40,4%) мужчины в возрасте от 54 до 78 лет, средний возраст составил $66,38 \pm 10,12$ лет.

Все операции были выполнены под местной анестезией стандартным методом факоэмульсификации на приборах Stellaris (Bausch & Lomb), Constellation (Alcon), линзы имплантировались при помощи инжектора Comport 2,4 (Ю. Корея). В послеоперационном периоде пациенты получали стандартную противовоспалительную терапию: инстилляцию стероидных, антибактериальных и нестероидных противовоспалительных глазных капель.

Для анализа результатов лечения нами использовались следующие критерии оценки: острота зрения до и после операции (при выписке и через месяц после операции), рефракционные показатели (рефракция цели, роговичный астигматизм). Оценка увеальной биосовместимости проводилась путем выявления плавающих клеток во влаге передней камеры на 1-3-е сутки после операции, отложение клеточных депозитов на передней поверхности ИОЛ в течение 1 месяца после операции, наличие или отсутствие экссудативных реакций с образованием фибрина на поверхности линз.

Перед операцией все пациенты проходили офтальмологическое обследование, включавшее визометрию, рефрактометрию, кератометрию, тонометрию, биомикроскопию, офтальмоскопию, периметрию, ультразвуковое исследование (АВ-сканирование), расчет сферического компонента ИОЛ по формуле SRK-T.

Для оценки отдаленных результатов хирургического лечения катаракты с имплантацией ИОЛ «Аквамарин» сроком более одного года из группы 1 была выделена группа 2 (200 пациентов). Критериями исключения из исследования стали: выраженная слабость связочно-аппарата хрусталика, узкий ригидный зрачок, заболевание макулы, неправильный роговичный астигматизм, глаукома, сахарный диабет. В исследование вошли 90 мужчин и 110 женщин в возрасте от 54 до 78 лет, средний возраст пациентов составил $64,12 \pm 6,32$ года. Исходная острота зрения с коррекцией у пациентов варьировала от 0,01 до 0,5. Средняя острота зрения перед операцией составила $0,22 \pm 0,18$, роговичный астигматизм составил в среднем $0,73 \pm 0,52$ дптр.

В группе 2 оценивали капсульную биосовместимость. Определяли степень фиброза переднего капсулорексиса, наличие или отсутствие фимоза переднего капсулорексиса

са и фиброзного сжатия капсульного мешка, фиброза задней капсулы в отдаленном послеоперационном периоде.

Кроме того, учитывали помутнения задней капсулы регенераторного характера, которые оценивались по наличию под оптикой ИОЛ в 0–3-миллиметровой зоне (при узком зрачке) и за 3-миллиметровой зоной при медикаментозном мидриаза. Оценка наличия помутнений в центральной зоне и в 3-6-миллиметровой зоне под оптикой ИОЛ – наиболее распространенный метод исследования регенераторных помутнений задней капсулы [2, 4, 12].

Отклонение от рефракции цели в отдаленном периоде оценивалось у всех пациентов по изменению рефракции роговицы (астигматизм), сферического компонента клинической рефракции глаза и сферического эквивалента.

Статистическую обработку данных проводили с помощью программ Excel (Microsoft Office), StatPlus Pro (AnalystSoft Inc.). Вычисляли среднее значение, стандартное отклонение. При сравнении количественных данных использовали t-критерий Стьюдента для зависимых выборок с нормальным распределением, критический уровень принятия нулевой гипотезы был взят за $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Экспериментальное исследование

На *рисунке 1* представлены полученные изображения при 12-кратном увеличении: передней (*рис. 1а*), задней (*рис. 1б*) поверхностей ИОЛ «Аквамарин». Передняя поверхность и задняя поверхность линз – выпуклая.

На многочисленных снимках не было выявлено каких-либо «дефектов» поверхности линз. На снимках задней поверхности ИОЛ «Аквамарин» можно достоверно определить прямоугольный край оптики линзы на протяжении 360° , это видно и на участке перехода оптики в гаптические элементы. Так как на задней поверхности линзы имеется барьерный край, линзу необходимо имплантировать в капсульный мешок в соответствии с дизайном.

На *рисунке 2* при 14-кратном увеличении изображены 4 центральных сегмента оптической части линзы, разрезанной перпендикулярно гаптическим элементам ИОЛ (толщина среза 1 мм).

На *рисунках 3а* и *3б*, выполненных при 150-кратном увеличении, изображены оптические края линз. Стрелками указаны исследуемые углы. Результаты исследования площади отклонения от идеальной прямоугольной проекции оптического края ИОЛ (две стороны четырех сегментов) представлены на *рисунке 4* при 150-кратном увеличении.

На *рисунке 5* при 140-кратном увеличении представлены результаты исследования площади отклонения от идеальной прямоугольной проекции угла оптического края ИОЛ в месте перехода оптики в гаптику.

Таким образом, расчеты отклонения формы оптического края ИОЛ от идеальной площади прямоугольной проекции угла составили в интервалах $49,06 - 175,50 \text{ мкм}^2$

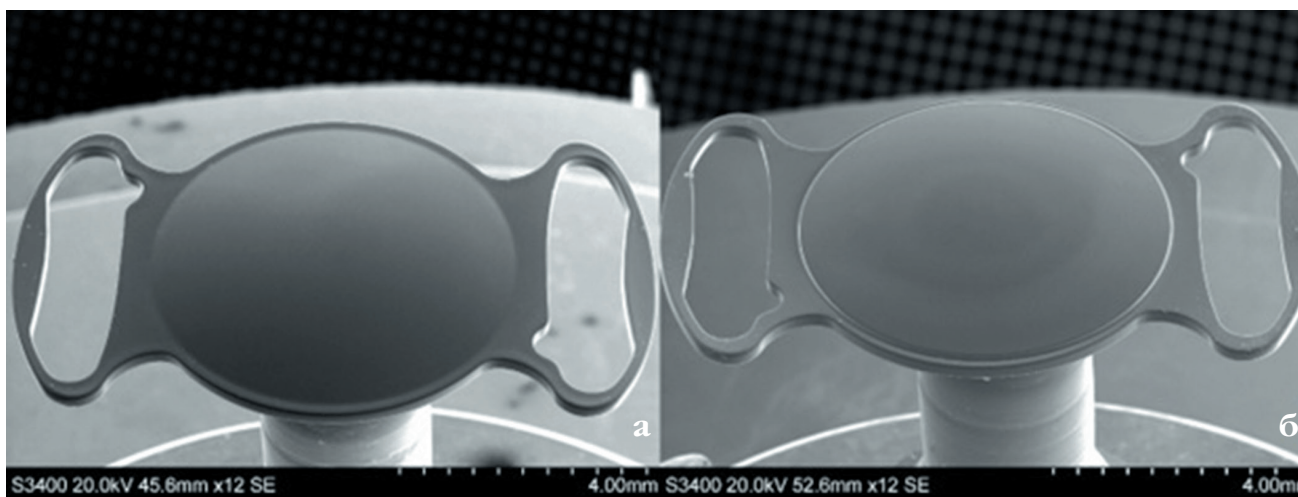


Рис. 1. Внешний вид ИОЛ «Аквамарин»: а) передняя поверхность; б) задняя поверхность

Fig. 1. IOL «Aquamarine» design: а) front surface; б) back surface

и 75,29–264,70 μm^2 соответственно при радиусах 40 и 60 μm . Среднее значение площади отклонения от идеальной прямоугольной формы составило в среднем 127,37 μm^2 и 168,91 μm^2 соответственно при радиусах 40 и 60 μm .

При сравнении наших показателей с результатами других исследований оптический край линз «Аквамарин» имеет соизмеримую площадь отклонения от идеальной прямоугольной формы оптического края других моделей ИОЛ [11]. Наименьшая площадь отклонения от идеальной прямоугольной проекции имела по месту перехода оптической части в гаптические элементы.

Клиническое исследование

При анализе рутинных имплантаций 500 линз «Аквамарин» в группе №1 получены следующие результаты. Все операции проведены без осложнений, послеоперационный период во всех случаях расценивался как адекватный. Динамика изменения остроты зрения и рефракционных показателей после операции у пациентов представлены в *таблице 1*.

Результаты клинического исследования второй группы представлены в *таблице 2*.

Через 1 месяц после операции острота зрения 0,5 и более была получена у 89,6% пациентов. Острота зрения после операции достоверно улучшилась у пациентов обеих групп, что имело статистически значимое различие ($p < 0,05$) от исходного на всех этапах исследования. В обеих группах средние значения роговичного астигматизма несколько увеличились в послеоперационном периоде, но эти изменения оказались статистически не значимыми ($p > 0,05$). Рефракционные показатели стабилизировались к 1-му месяцу после операции и оставались практически неизменными в течение

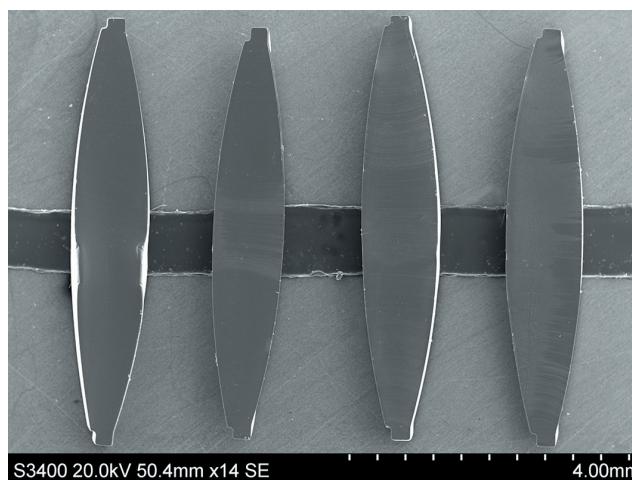


Рис. 2. Сегменты ИОЛ «Аквамарин»

Fig. 2. Segments of IOL «Aquamarine»

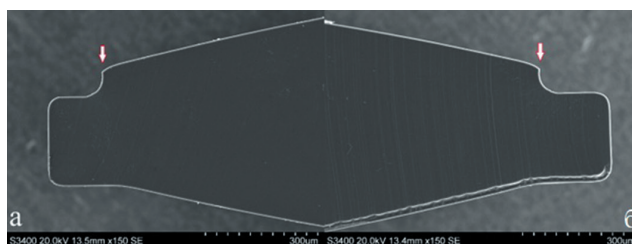


Рис. 3. Исследуемый угол оптического края ИОЛ Аквамарин: а) левый край; б) правый край

Fig. 3. Investigated angle of the optical edge of the Aquamarine IOL: а) left edge; б) right edge

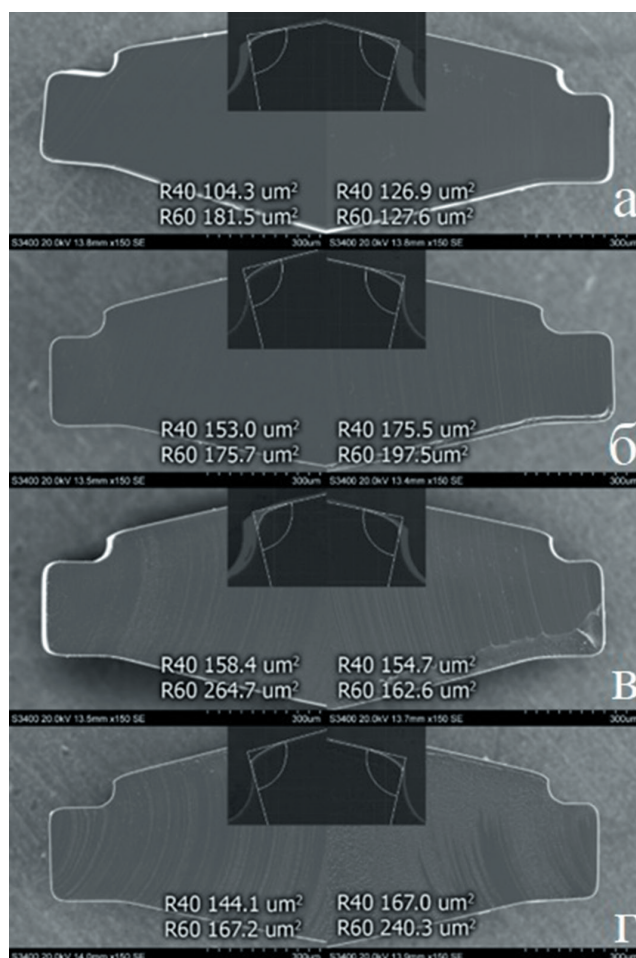


Рис. 4. Расчеты площади отклонения оптического края ИОЛ от идеальной прямоугольной формы – разрез по оптике: а) 1-й сегмент ИОЛ; б) 2-й сегмент ИОЛ; в) 3-й сегмент ИОЛ; г) 4-й сегмент ИОЛ.

Fig. 4. Calculation of the IOL optical edge deviation from the ideal rectangular shape – optics section: а) 1st segment of IOL; б) 2nd segment of IOL; в) 3rd segment of IOL; г) 4th segment of IOL

всего периода наблюдения. У некоторых пациентов наблюдался незначительный сдвиг в сторону миопической рефракции, в целом изменение рефракции цели также не имело значимых различий ($p > 0,05$). В течение года изменение рефракции цели произошло в сторону миопической рефракции, но не имело значимых различий ($p > 0,05$). Стоит отметить стабильность положения ИОЛ в капсульном мешке, которое отслеживалась на протяжении всего периода исследования.

В группе 1 наличие плавающих клеток во влаге передней камеры на 1-е сутки после операции имелось у 85 пациентов (17%), состояние купировалось внутривенным введением дексаметазона 4 мг и проведением стандартной противовоспалительной терапии. На поверхности линз не наблюдалось отложения клеточных преципитатов в ближайшем и отдаленном послеоперационном периодах. Также отсутствовали экссудативные реакции

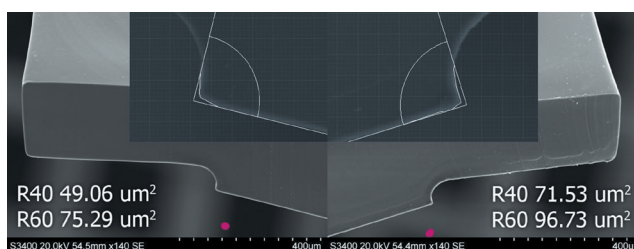


Рис. 5. Расчеты площади отклонения оптического края ИОЛ от идеальной прямоугольной формы – разрез ИОЛ по месту перехода гаптики в оптику

Fig. 5. Calculation of the IOL optical edge deviation from the ideal rectangular shape – section at the place of transition of haptics to optics

с выпотом фибрина. Тем самым была доказана высокая увеальная биосовместимость данных линз. При оценке капсульной биосовместимости выявлен фиброз переднего капсулорексиса различной степени выраженности, он наблюдался на 124 глазах (62%), зависел от степени послеоперационного воспаления, возможности полировки передней капсулы, размеров капсулорексиса. Фимоза переднего капсулорексиса, выраженного фиброзного сжатия капсульного мешка и фиброза задней капсулы не наблюдалось. Этому способствовал дизайн гаптических элементов ИОЛ «Аквамарин». В послеоперационном периоде при биомикроскопии выявлена хорошая центрация ИОЛ, отсутствие складок капсульного мешка в центральных отделах, стабильное положение интраокулярной линзы в капсульном мешке. Тем самым показана высокая капсульная биосовместимость данных ИОЛ. Присутствие складки задней капсулы хрусталика после имплантации ИОЛ характерно для S-образных моделей, что объясняется натяжением капсулы между гаптическими элементами.

Прорастание эпителиальных клеток хрусталика (ЭКХ) в оптическую зону 0–3 мм не отмечалось в течение года, в зоне 3–6 мм наблюдалось прорастание клеток на 112 глазах в (58%), но ограничивалось крайней периферией линзы. Ни в одном случае не было показаний для лазерной капсулотомии. Тем не менее, это не является гарантией появления регенераторных помутнений в более отдаленные сроки.

В ГАУЗ СО «Свердловская областная клиническая больница №1» имеется богатый опыт имплантаций более 2500 интраокулярных линз «Аквамарин». Интраокулярная коррекция проводилась в случаях как после удаления неосложненных, так и осложненных катаракт: при миопии различной степени, на глазах с оперированной или не оперированной глаукомой, при наличии слабости или дефектов волокон цинновой связки, при авиртии после удаления или в комбинации с удалением силиконового масла из витреальной полости.

Из конструктивных особенностей стоит отметить, что данная моноблочная линза имеет закрытую O-образную

Таблица 1

Результаты хирургического лечения в группе 1

Table 1

Results of surgical treatment in group 1

Острота зрения с коррекцией Best corrected visual acuity	До операции абс. (%) Before surgery abs. (%)	При выписке абс. (%) After surgery abs. (%)	Через 1 месяц абс. (%) After 1 month abs. (%)
До 0,1 Less than 0,1	176 (35%)	3 (0,6%)	3 (0,6%)
0,2–0,4	301 (60,2%)	198 (39,6%)	49 (9,8%)
0,5–0,7	23 (4,8%)	222 (44,4%)	275 (55%)
>0,8	–	77 (15,4%)	173 (34,6%)
Средняя острота зрения (M±σ) Average visual acuity	0,26±0,13*	0,55±0,23*	0,71±0,20*
Средний астигматизм (M±σ) Average astigmatism	0,76±0,36**	0,99±0,41**	0,97±0,26**
Средняя рефракция цели (M±σ) Average target refraction	Расчет на эметропию Calculation of emmetropia	-0,04±0,33**	-0,22±0,23**

Примечание: * – (p < 0,05) значимые различия; ** (p > 0,05) – не значимые различия, использован t-критерий Стьюдента для зависимых выборок с нормальным распределением.

Note: * – (p < 0.05) significant differences; ** – (p > 0.05) insignificant differences, Student's t-test was used for dependent samples with normal distribution

Таблица 2

Результаты хирургического лечения в группе 2

Table 2

Results of surgical treatment in group 2

Исследования	До операции Before surgery	При выписке After surgery	Через 1 месяц After 1 month	Через 1 год After 1 year
Средняя острота зрения (M±σ) Average visual acuity	0,22±0,18*	0,48±0,22	0,68±0,12	0,69±0,21*
Средний астигматизм (M±σ) Average astigmatism	0,73±0,52**	0,84±0,57	0,90±0,65	0,91±0,61**
Средняя рефракция цели (M±σ) Average target refraction	Расчет на эметропию Calculation of emmetropia	0,28±0,42**	0,12±0,38	-0,01±0,43**

Примечание: * (p < 0,05) значимые различия; ** (p > 0,05) не значимые различия, использован t-критерий Стьюдента для зависимых выборок с нормальным распределением.

Note: * (p < 0.05) significant differences; ** (p > 0.05) insignificant differences, Student's t-test was used for dependent samples with normal distribution.

гаптику, толщина которой 0,29 мм. С одной стороны, она имеет достаточно большой по площади контакт опорных элементов с капсульным мешком, с другой – линза

легко позиционируется хирургом в капсульном мешке. Кроме того, строение гаптических элементов позволяет (при слабости волокон цинновой связки) проводить до-

полнительную шовную фиксацию к радужке за гаптику, не повреждая капсульный мешок. Имплантация ИОЛ «Аквамарин» в текущем исследовании выполнена через разрез 2,4 мм, однако, по заявлению изготовителя, возможно проводить имплантацию через разрез 2,2 мм. Гидрофильные и эластично-упругие свойства материала позволяют инжестировать линзу, используя как вискоэластик, так и сбалансированный солевой раствор.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведено экспериментальное и клиническое исследование новых гидрофильных интраокулярных линз для коррекции афакии после факэмульсификации катаракты.

Метод электронной сканирующей микроскопии интраокулярных линз «Аквамарин» не выявил каких-либо «дефектов» поверхности, оптический край линзы имеет прямоугольный край оптики на протяжении 360°. Площадь отклонения оптического края ИОЛ от идеальной прямоугольной формы составила в среднем 127,37 мкм² и 168,91 мкм² соответственно при радиусах 40 и 60 мкм.

Имплантация гидрофильных линз «Аквамарин» позволила получить высокую остроту зрения, клиническое исследование выявило высокую увеальную и капсульную биосовместимость с отсутствием клеточных реакций на поверхности ИОЛ и регенераторных помутнений в оптической зоне в течение 1 года после имплантации, стабильные рефракционные показатели.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Packer M. enVista hydrophobic acrylic intraocular lens: glistening free. *Exp Rev Ophthalmol*. 2015;10(5): 415–420. doi: 10.1586/17469899.2015.1088782
2. Анисимова Н.С., Анисимов С.И., Анисимова С.Ю. О многообразии изменений в области задней капсулы хрусталика после факэмульсификации с имплантацией различных видов ИОЛ. *Офтальмохирургия*. 2015;(2): 6–11. [Anisimova NS, Anisimov SI, Anisimova SY. The variety of secondary changes of the posterior capsule of the lens after the implantation of different types of IOLs. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2015;(2): 6–11. (In Russ.)]
3. Крысанов И.С., Крысанова В.С., Ермакова В.Ю. Применение монофокальных интраокулярных линз при проведении хирургического лечения катаракты у взрослых пациентов: систематический обзор. *Офтальмология*. 2018;15(4): 484–491. [Krysanov IS, Krysanova VS, Ermakova VYu. Using of monofocal intraocular lenses different types for cataract surgery in adult patients: systematic review. *Ophthalmology in Russia*. 2018;15(4): 484–491. (In Russ.)]. doi: 10.18008/1816-5095-2018-4-484-491
4. Сороколетов Г.В., Зуев В.К., Туманян Э.Р., Франковска-Герлак М.З., Вещикова В.Н., Бессарабов А.Н., Аждарова Л.В. Влияние материала интраокулярной линзы и величины передне-задней оси глаза на частоту и динамику частоты развития вторичной катаракты. *Офтальмология*. 2016;13(4): 247–251. [Sorokoletov GV, Zuev VK, Tumanjan JR, Gerlyak FM, Veshhikova VN, Bessarabov AN, Agdarova LV. Influence of intraocular lens material and eye axial length on posterior capsule opacification dynamic rate and frequency. *Ophthalmology in Russia*. 2016;13(4):247–251. (In Russ.)]. doi: 10.18008/1816-5095-2016-4-247-251
5. Янченко С.В., Малышев А.В., Сахнов С.Н., Карапетов Г.Ю. Эффективность и безопасность фармакологического сопровождения катарактальной хирургии у больных глаукомой. *Офтальмология*. 2018;15(3): 330–338. [Yanchenko SV, Malyshev AV, Sakhnov SN, Karapetov GYu. Effectiveness and safety of cataract surgery pharmacological support in glaucoma patients. *Ophthalmology in Russia*. 2018;15(3): 330–338. (In Russ.)]. doi: 10.18008/1816-5095-2018-3-330-338
6. Малюгин Б.Э., Анисимова Н.С., Борзенко С.А., Соболев Н.П., Дибина Д.А., Назыров А.А., Киртаев Р.В., Попов И.А. Оптимизация фемтосекундной лазерной трансекции гидрофобной интраокулярной линзы и отдаленные результаты в клиническом исследовании (первый опыт). *Офтальмохирургия*. 2018;(4):18–24. [Malyugin BE, Anisimova NS, Borsenok SA, Sobolev NP, Dibina DA, Nazirov AA, Kirtaev RV, Popov IA. Optimization of the femtosecond laser transection of the hydrophobic intraocular lens and long-term outcomes in clinical experience (initial experience). *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2018;4: 18–24. (In Russ.)]. doi: 10.25276/0235-4160-2018-4-18-24

7. Werner L, Tetz M, Feldmann I, Ing D, Bückner M, Ing D. Evaluating and defining the sharpness of intraocular lenses: Microedge structure of commercially available square-edged hydrophilic intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg*. 2009;35(3): 556–566. doi: 10.1016/j.jcrs.2008.11.042
8. Деметьев Д.Д., Сысоева М.В., Шипунова А.В., Иванчикова И.М. Результаты имплантации новых интраокулярных линз Российского производства. *Офтальмология*. 2017;14(4): 299–305. [Dement'ev DD, Syssoeva MV, Shipunova AV, Ivanchikova IM. Results of new Russian intraocular lenses implantation. *Ophthalmology in Russia*. 2017;14(4): 299–305. (In Russ.)]. doi: 10.18008/1816-5095-2017-4-299-305
9. Сысоева М.В., Шипунова А.В., Иванчикова И.М. Первый опыт использования новой ИОЛ российского производства при коррекции миопии высокой степени. *Офтальмология*. 2017;14(1):88–91. [Syssoeva MV, Shipunova AV, Ivanchikova IM. The first experience of using a new Russian-made IOL in the correction of high myopia. *Ophthalmology in Russia*. 2017;14(1): 88–89. (In Russ.)]. doi: 10.18008/1816-5095-2017-1-88-91
10. Чернышева А.Д., Афанасьева В.О. Клинический опыт использования ИОЛ отечественного производства компании «НанОптика». *Офтальмология*. 2019;16(3): 304–309. [Chernysheva AD, Afanasyeva VO. Clinical experience of using intraocular lenses. *Ophthalmology in Russia*. 2019;16(3): 304–309. (In Russ.)]. doi: 10.18008/1816-5095-2019-3-304-309
11. Терещенко Ю.А., Сорокин Е.Л., Белоноженко Я.В. Выяснение взаимосвязей между имплантируемыми интраокулярными линзами из различных материалов и вариантами формирования помутнений задней капсулы хрусталика после факэмульсификации возрастной катаракты. *Офтальмохирургия*. 2014;(4): 30–34. [Tereshchenko YA, Sorokin EL, Belonozhenko VV. Clarification of interrelations between implanted lenses of various materials and options of opacity formation in the posterior capsule after phacoemulsification of senile cataract. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2014;(4): 30–34. (In Russ.)]. doi: 10.25276/0235-4160-2014-4-30-34
12. Vasavada AR, Raj SM, Shah A, Shah G, Vasavada V, Vasavada V. Comparison of posterior capsule opacification with hydrophobic acrylic and hydrophilic acrylic intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg*. 2011;37(6): 1050–1059. doi: 10.1016/j.jcrs.2010.12.060

Информация об авторах

Елена Васильевна Калинина, врач-офтальмолог высшей квалификационной категории, perm.gkb2@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8462-3787>

Андрей Григорьевич Гринев, д.м.н., доцент, usma@usma.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1968-5655>

Марина Борисовна Свиридова, к.м.н., usma@usma.ru

Алексей Михайлович Данилов, врач-офтальмолог, office@okb1.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2535-0838>

Арсений Андреевич Гринев, врач-ординатор, usma@usma.ru

Владимир Павлович Бачурихин, зав. лабораторией электронной микроскопии кафедры нанотехнологий и микросистемной техники ПГНИУ, info@psu.ru

Information about the authors

Elena V. Kalinina, Ophthalmologist of the highest category, perm.gkb2@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8462-3787>

Andrey G. Grinev, Doctor of Sciences in Medicine, Associate Professor, usma@usma.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1968-5655>

Marina B. Sviridova, PhD in Medicine, usma@usma.ru

Aleksey M. Danilov, Ophthalmologist, office@okb1.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2535-0838>

Arseniy A. Grinev, Resident doctor, usma@usma.ru

Vladimir P. Bachurikhin, Head of the Electron Microscopy Laboratory of the Department of Nanotechnology and Microsystem Engineering of PSNRU, info@psu.ru

Вклад авторов в работу:

Е.В. Калинина: сбор, анализ и обработка материала, написание текста, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.

А.Г. Гринев: сбор, анализ и обработка материала, редактирование.

М.Б. Свиридова: сбор, анализ и обработка материала.

А.М. Данилов: сбор, анализ и обработка материала, написание текста.

А.А. Гринев: сбор, анализ и обработка материала.

В.П. Бачурихин: сбор, анализ и обработка материала.

Authors' contribution:

E.V. Kalinina: collection, analysis and processing of material, writing, final approval of the version to be published.

A.G. Grinev: collection, analysis and processing of material, editing.

M.B. Sviridova: collection, analysis and processing of material.

A.M. Danilov: collection, analysis and processing of material, writing.

A.A. Grinev: collection, analysis and processing of material.

V.P. Bachurikhin: collection, analysis and processing of material.

Финансирование: Авторы не получили конкретный грант на это исследование от какого-либо финансирующего агентства в государственном, коммерческом и некоммерческом секторах.

Согласие пациента на публикацию: Письменного согласия на публикацию этого материала получено не было. Он не содержит никакой личной идентифицирующей информации.

Конфликт интересов: Отсутствует.

Funding: The authors have not declared a specific grant for this research from any funding agency in the public, commercial or not-for-profit sectors.

Patient consent for publication: No written consent was obtained for the publication of this material. It does not contain any personally identifying information.

Conflict of interest: There is no conflict of interest.

Поступила: 20.10.2022

Переработана: 07.11.2022

Принята к печати: 11.11.2022

Originally received: 20.10.2022

Final revision: 07.11.2022

Accepted: 11.11.2022