

## ХИРУРГИЯ КАТАРАКТЫ И ИМПЛАНТАЦИЯ ИОЛ CATARACT SURGERY AND IOL IMPLANTATION

Научная статья  
УДК 617.741-004.1-089  
doi: 10.25276/0235-4160-2023-1-6-17

### Результаты смешанной цилиокапсулярной фиксации трехчастной ИОЛ при факоэмульсификации у пациентов с несостоятельностью связочного аппарата хрусталика

Б.Э. Малюгин, Е.Н. Пантелеев, Л.Л. Хапаева, С.Г. Савенков

НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Москва

#### РЕФЕРАТ

**Цель.** Изучить клинические результаты планового использования метода смешанной цилиокапсулярной фиксации трехчастной ИОЛ в сочетании с имплантацией внутрикапсульного кольца в ходе факоэмульсификации у пациентов с исходной несостоятельностью связочного аппарата хрусталика на фоне псевдоэкзофолиативного синдрома.

**Материал и методы.** В исследование были включены 78 пациентов (86 глаз) с осложненной катарактой на фоне псевдоэкзофолиативного синдрома при подвывихе хрусталика I степени. Средний возраст пациентов составил 74,3±9,3 года. Во всех случаях проводилась факоэмульсификация с цилиокапсулярной фиксацией трехчастной ИОЛ. Дооперационное обследование и обследование после операции в средние сроки 2 дня и 10 месяцев включало биомикроскопию, определение остроты зрения, авторефрактометрию, тонометрию, ультразвуковую биомикроскопию, оптическую когерентную томографию заднего отрезка глаза. **Результаты.** В сроки 2 дня (86 случаев) некорригированная и корригированная острота зрения составили соответ-

ственно 0,46±0,29 и 0,58±0,27, среднее ВГД – 16,48±2,81 мм рт.ст.; в срок 10 месяцев (38 случаев) некорригированная и корригированная острота зрения – 0,54±0,31 и 0,79±0,28, среднее ВГД – 15,34±3,71 мм рт.ст. Среднее отклонение прогнозируемой рефракции на 2-й день составило –0,29±0,77 дптр без достоверного изменения через 10 месяцев. Коэффициент эффективности на сроке 10 месяцев составил 193, коэффициент безопасности – 285. Данный вариант фиксации ИОЛ не приводил к повышению ВГД, развитию иридоциклита, прогрессированию сочетанной патологии. ИОЛ занимала стабильное положение в глазу независимо от состояния волокон цинновой связки. **Выводы.** Смешанная цилиокапсулярная фиксация трехчастной ИОЛ обеспечивает ее стабильное положение, высокие клинико-функциональные результаты в раннем и позднем послеоперационных периодах после факоэмульсификации у пациентов с псевдоэкзофолиативным синдромом при подвывихе хрусталика I степени.

**Ключевые слова:** псевдоэкзофолиативный синдром, слабость цинновой связки, интраокулярная линза, цилиокапсулярная фиксация, подвывих хрусталика, миопический сдвиг ■

**Для цитирования:** Малюгин Б.Э., Пантелеев Е.Н., Хапаева Л.Л., Савенков С.Г. Результаты смешанной цилиокапсулярной фиксации трехчастной ИОЛ при факоэмульсификации у пациентов с несостоятельностью связочного аппарата хрусталика. Офтальмохирургия. 2023;1: 6–17. doi: 10.25276/0235-4160-2023-1-6-17

**Автор, ответственный за переписку:** Евгений Николаевич Пантелеев, epa351@mail.ru

#### ABSTRACT

Original article

### Mixed ciliary-capsular fixation of a three-piece IOL during phacoemulsification in patients with the lenticular ligamentous-capsular system's failure

B.E. Malyugin, E.N. Panteleev, L.L. Khapaeva, S.G. Savenkov

S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Moscow, Russian Federation

**Purpose.** To evaluate clinical results of mixed ciliary-capsular fixation of a three-piece IOL in combination with the intracapsular ring's implantation during phacoemulsification in patients' zonular weakness caused by pseudoexfoliative (PEX) syndrome. **Material and methods.** This study included 78 patients (86 eyes) with complicated cataract and PEX syndrome associated with zonular weakness and natural lens instability. The average

age of the patients was 74.3±9.3 years. Phacoemulsification was performed in a standard technique and followed by ciliary-capsular fixation of a three-piece IOL in all cases. Preoperative and postoperative follow up period lasted from 1st day until 10 months postop. It included biomicroscopy, visual acuity measurement, keratometry, tonometry, ultrasonic biomicroscopy, optical coherence tomography of the posterior segment of the eye.

**Results.** At the 2nd day postop (86 cases) UCVA and BCVA were  $0.46 \pm 0.29$  and  $0.58 \pm 0.27$  respectively, IOP was  $16.48 \pm 2.81$  mm Hg; at 10 months postop (38 cases) UCVA and BCVA –  $0.54 \pm 0.31$  and  $0.79 \pm 0.28$ , IOP –  $15.34 \pm 3.71$  mm Hg. The average deviation of the predicted refraction at the 2 days after surgery was  $-0.29 \pm 0.77$  D with no significant change after 10 months. Efficiency ratio at 10 months postop was 193, the safety factor was 285. This type of IOL fixation didn't lead to an increase in IOP, development of chronic inflammation such as iridocyclitis or any other comorbidity. All

IOLs were stable position regardless of the status of the zonular fibers. **Conclusion.** As a result of a preliminary study, it was found that mixed ciliary-capsular fixation of a three-piece IOL provides its stable position, high clinical and functional results in the early and late postoperative period after phacoemulsification in patients with pseudoexfoliative syndrome and failure of the lenticular ligamentous-capsular system.

**Key words:** *pseudoexfoliative syndrome, zonular weakness, intraocular lens, ciliary-capsular fixation, lens subluxation, myopic shift* ■

**For citation:** Malyugin B.E., Pantelev E.N., Khapaeva L.L., Savenkov S.G. Mixed ciliary-capsular fixation of a three-piece IOL during phacoemulsification in patients with the lenticular ligamentous-capsular system's failure. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2023;1: 6-17. doi: 10.25276/0235-4160-2023-1-6-17

**Corresponding author:** Evgenii N. Pantelev, epa351@mail.ru

## АКТУАЛЬНОСТЬ

В настоящее время стандарт технологии факоэмульсификации катаракты (ФЭК) с имплантацией интраокулярной линзы (ИОЛ) предполагает интракапсулярную фиксацию ИОЛ. При этом правильное и стабильное положение линзы обеспечивается связочным аппаратом нативного хрусталика. В ряде случаев исходно присутствует нарушение связочного аппарата, часто при сочетании с псевдоэксфолиативным синдромом (ПЭС), миопией высокой степени, глаукомой и рядом других заболеваний.

Следует констатировать, что, несмотря на целый ряд инструментально-технических и технологических инноваций последних десятилетий, проблема долгосрочной и эффективной фиксации ИОЛ на фоне слабости связочного аппарата нативного хрусталика является крайне актуальной [1, 2]. Стабильность положения ИОЛ при использовании технологий, предполагающих шовную фиксацию ИОЛ, ограничена типом шовного материала и временем его биодеградации.

В распоряжении хирургов имеются следующие варианты выбора типа ИОЛ и места ее бесшовной фиксации при проведении ФЭК в случае исходной слабости связочного аппарата хрусталика:

- Стандартная имплантация в капсульный мешок. Эффективное положение ИОЛ в таком случае определяется исходной степенью изменений связочного аппарата и скоростью их прогрессирования в послеоперационном периоде [3, 4].

- Имплантация переднекамерной ИОЛ с фиксацией гаптических элементов в углу передней камеры. Основные проблемы связаны с областью фиксации гаптических элементов. Постоянный контакт ИОЛ с периферией роговицы в зоне трабекулы и корня радужки создает предпосылки для повышения внутриглазного давления (ВГД), деформации зрачка, потери эндотелиальных клеток [5, 6].

- Имплантация ИОЛ с захватом ткани радужки опорными элементами, напоминающими по форме клешню

краба, которые можно размещать в передней или задней камере. Данный тип фиксации подразумевает постоянную ирритацию ткани радужки, следствием чего являются ее пролежни в зоне контакта, дислокации, вялотекущее воспаление [7].

- Имплантация ИОЛ с фиксацией в зрачке, как правило, предполагает строгое ограничение подвижности зрачка в случае его сохранной диафрагмальной функции. Этот вариант фиксации характеризуется высоким риском вывиха ИОЛ [8].

- Зрачковая ИОЛ со смешанной фиксацией (иридокапсулярной) не требует дополнительной шовной фиксации ИОЛ и разработана специально для случаев исходной несостоятельности связочного аппарата нативного хрусталика. Фиксация линзы обеспечивается за счет пусть и неполноценного, но частично сохраненного связочного аппарата нативного хрусталика и зрачка, охватывающего оптический цилиндр ИОЛ. Необходимым атрибутом технологии является базальная колобома для профилактики зрачкового блока [9].

- Имплантация трехчастной ИОЛ фиксацией гаптических элементов в склере. Не предполагает применения швов, но в плановой хирургии катаракты используется редко, требует особого инструментария и навыков оператора и более подходит для плановой вторичной имплантации ИОЛ [10].

- Имплантация трехчастной ИОЛ с расположением ее гаптических элементов в цилиарной борозде, а оптики – в переднем или заднем капсулорексисе (цилиокапсулярная фиксация). В плановой хирургии катаракты у взрослых используется редко, является вариантом выбора при нарушении целостности задней капсулы в ходе операции и отсутствия технических условий для выполнения внутрикапсулярной имплантации. Не исключает вероятности возникновения капсульного блока [8, 11]. Использование данной техники в практике детской офтальмохирургии свидетельствует о надежности и долговременной безопасности использования цилиарной борозды в качестве опоры для гаптических элементов ИОЛ, позиционируется как способ профилактики вторичной катаракты в случае фиксации оптики в заднем капсулорексисе [12, 13].

Таблица 1

Сопутствующая патология

Table 1

Concomitant pathology

Патология Pathology	Число случаев Number of cases	% от общего числа случаев % of total cases (n=86)
Псевдоэкзофолиативный синдром без сопутствующей патологии Pseudoexfoliation syndrome without comorbidity	30	34,9
Глаукома Glaucoma	30	34,9
Центральная хориоретинальная дистрофия Macular degeneration	20	23,3
Осевая миопия (ПЗО глаза $\geq 26,00$ мм) Axial myopia ( $\geq 26.00$ mm)	10	11,6
Инсулинозависимый сахарный диабет Insulin dependent diabetes mellitus	13	15,1
Прочее (амблиопия, нисходящая атрофия зрительного нерва, диабетическая ретинопатия, эндотелиально-эпителиальная дистрофия роговицы, состояние после радиальной кератотомии) Other (amblyopia, descending optic nerve atrophy, diabetic retinopathy, epithelial-endothelial dystrophy of the cornea, condition after radial keratotomy)	11	12,8

Таким образом, несмотря на многообразие вариантов, следует констатировать, что тема долгосрочной, безопасной и эффективной фиксации ИОЛ на фоне исходной слабости цинновой связки или обоснованных сомнений в возможности обеспечить долгосрочную стабильность связочного аппарата хрусталика, в частности на фоне глаукомы и ПЭС, актуальна и требует детальной проработки.

**ЦЕЛЬ**

Изучить клинические результаты планового использования метода смешанной цилиокапсулярной фиксации трехчастной ИОЛ в сочетании с имплантацией внутрикапсульного кольца в ходе ФЭК у пациентов с исходной несостоятельностью связочного аппарата хрусталика на фоне ПЭС.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ**

Под наблюдением находились 78 пациентов (86 глаз), из которых мужчин – 38, женщин – 40. Средний возраст составил  $74,3 \pm 9,3$  года (от 53 до 93 лет). У всех пациентов была частичная несостоятельность связочного аппарата нативного хрусталика – подвывих хрусталика I степени (по классификации Паштаева Н.П., 1986), обусловленная ПЭС [14]. Всем пациентам выполняли удаление

катаракты методом ФЭК с имплантацией ИОЛ по технологии смешанной фиксации.

В 30 случаях сопутствующим диагнозом была глаукома: в 6 случаях – начальная стадия, в 16 – развитая и в 8 – далекозашедшая. В 12 случаях ранее было проведено лазерное или хирургическое вмешательство по поводу глаукомы с последовавшей в 10 случаях нормализацией ВГД и отказом от антиглаукомных капель. Во всех случаях ВГД перед хирургическим вмешательством было компенсировано, в 20 случаях медикаментозно. Данные о сопутствующей патологии приведены в *таблице 1*.

Критерием включения пациентов в исследование было нижеследующее. ПЭС, определяемый биомикроскопически, – выраженная атрофия пигментной каймы зрачка, отложение псевдоэкзофолиативного материала (ПЭМ) по краю зрачка, на передней поверхности хрусталика. При мидриазе от периферии к центру передняя капсула хрусталика покрыта полупрозрачной сероватой пленкой, которая заканчивается, не доходя до центра, бахромчатым краем по окружности, диаметр которой соответствует диаметру зрачка до мидриаза. ПЭМ на эндотелии роговицы, дисперсия пигмента на поверхности радужки. Помутнение хрусталика, его подвывих I степени, иридо-факодонез, компенсированное ВГД.

Критерием исключения из исследования был подвывих хрусталика II–III степени, определяемый до операции биомикроскопически и подтвержденный методом ультразвуковой биомикроскопии (УБМ).

Таблица 2

**Количество операций, пациентов, возраст**

Table 2

**Number of operations, patients, age**

Показатель Index	Значение Meaning
Операции, абс. Operations, pcs.	86
Пациенты, абс. Patients, pers.	78
Возраст, М±σ, лет Age, М±σ, years	74,3±9,3 (от 53 до 93) 74.3±9.3 (from 53 to 93)
Мужчины, абс. Men, pers.	38
Женщины, абс. Women, pers.	40

Таблица 3

**Анатомо-оптические характеристики клинического материала до операции (М±σ)**

Table 3

**Anatomical and optical characteristics of the clinical material before surgery (M±σ)**

Показатель Index	Значение Meaning
Ср. кератометрия, дптр Average keratometry, D	44,13±1,72 (от 38,38 до 48,88) 44.13±1.72 (from 38.38 to 48.88)
Длина ПЗО глаза, мм Axial length, mm	23,92±2,00 (от 21,47 до 30,60) 23.92±2.00 (from 21.47 to 30.60)
Глубина передней камеры, мм Anterior chamber depth, mm	2,92±0,43 (от 1,29 до 4,22) 2.92±0.43 (from 1.29 to 4.22)
Толщина хрусталика, мм Lens thickness, mm	4,73±0,44 (от 3,43 до 5,61) 4.73±0.44 (from 3.43 to 5.61)

Количество, средний возраст и распределение пациентов по полу и анатомо-оптические характеристики клинического материала представлены в *таблицах 2, 3*.

Длина передне-задней оси (ПЗО) глаза в среднем была 23,92±2,00 мм (от 21,47 до 30,60 мм). Глубина передней камеры от переднего эпителия до передней поверхности хрусталика – 2,92±0,43 мм (от 1,29 до 4,22 мм). Толщина нативного хрусталика – 4,73±0,44 мм (от 3,43 до 5,61 мм). Клинико-функциональные характеристики клинического материала представлены в *таблице 4*.

Средняя острота зрения без коррекции до операции составила 0,11±0,12 (от 0,01 до 0,8), в 12 случаях пациенты считали пальцы у лица или определяли правильную светопроекцию. Средняя острота зрения с коррекцией до операции составила 0,31±0,22 (от 0,01 до 0,95), в 9 случаях пациенты считали пальцы у лица или определяли правильную светопроекцию. ВГД варьировало от 6 до 24 мм рт.ст. (в среднем 16,80±4,14 мм рт.ст.). Обследование пациентов после операции проводили в ранний срок после операции, в среднем через 2,0±1,30 сут, при выписке из стационара.

В позднем послеоперационном периоде, в среднем через 10 месяцев, были обследованы 35 пациентов в возрасте от 54 до 93 лет (средний возраст 74,7±9,0 года): 19 мужчин, 16 женщин. Оценены результаты 38 операций (44,2% всех случаев). В 14 (36,8%) случаях ПЭС был единственной патологией, в 12 (31,6%) случаях сопутствующим ранее установленным диагнозом была глаукома, в 8 (21,1%) – центральная хориоретинальная дистрофия, в 4 (10,5%) – осевая миопия, в 3 (7,9%) – инсулинозависимый сахарный диабет, в 4 (10,5%) – другие диагнозы.

В исследовании использовали следующие методы и приборы. Остроту зрения без коррекции, а также максимальную остроту зрения с коррекцией определяли

Таблица 4

**Клинико-функциональные характеристики до операции (М±σ)**

Table 4

**Clinical and functional characteristics before surgery (M±σ)**

Показатель Index	Значение Meaning
Острота зрения без коррекции, ≥0,01 (n=74) UCVA, ≥0.01 (n=74)	0,11±0,12 (от 0,01 до 0,8) 0.11±0.12 (from 0.01 to 0.8)
Максимальная острота зрения с коррекцией, ≥0,01 (n=77) BCVA, ≥0.01 (n=77)	0,31±0,22 (от 0,01 до 0,95) 0.31±0.22 (from 0.01 to 0.95)
ВГД, мм рт.ст. (n=86) IOP, mm Hg (n=86)	16,80±4,14 (от 6 до 24) 16.80±4.14 (from 6 to 24)

с помощью фороптера АСР-5 (Торсон, Япония) и пробных сферических и цилиндрических линз. Сферозквивалент клинической рефракции и оптическую силу роговицы в зоне 3,3 мм определяли на авторефрактометре КМ-8000 (Торсон, Япония), оптическую силу роговицы в зоне 2,4 мм оценивали с использованием кератометра прибора IOL-Master 700 (Carl Zeiss Meditec, Германия). Ультразвуковую биометрию проводили методом А-сканирования на приборе Humphrey 820 (Humphrey, США) под местной анестезией, оптическую биометрию – на оптическом ко-

герентном томографе IOL-Master 700 (Carl Zeiss Meditec, Германия). Для ультразвукового В-сканирования использовали прибор Aviso (Quantel Medical, Франция). Биомикроскопию переднего отрезка глаза проводили с использованием щелевой лампы SL-20 (Carl Zeiss, Германия), осмотр глазного дна выполняли с помощью линзы Maxfield 90 дптр (Ocular Instruments, США). Тонometriю проводили на пневмотонометре СТ-80 (Topcon, Япония), в случае значений выше 23 мм рт.ст. проводили апланационную тонometriю по Маклакову с грузом 10 г под местной анестезией раствором анестетика. УБМ проводили на офтальмологических ультразвуковых системах Eye Cubed (Ellex Innovative Imaging, Миннеаполис, Миннесота, США) и Aviso (Quantel Medical, Франция) с датчиком рабочей частоты 35 МГц, под местной анестезией раствором анестетика. При исследовании оценивали следующие параметры: расстояние от задней поверхности радужки до плоскости передней поверхности ИОЛ и передней капсулы на периферии, положение дистальных концов гаптических элементов, отношение листков капсулы хрусталика между собой и оптикой ИОЛ, положение внутрикапсульного кольца, характеристики волокон цинновой связки, взаимоотношение экватора капсульного мешка и отростков цилиарного тела, характеристики угла передней камеры, определяли наличие ириодонеза, псевдофакодонеза. Оптическую когерентную томографию (ОКТ) сетчатки проводили на приборе OrtopueRTVue-100 (Ortopue, США) по протоколу RetinaMap. За исходные значения толщины принимали толщину фовеолярной зоны в раннем сроке (до 1 недели) после операции. Учитывали нормы, приведенные в руководстве к используемому прибору (220,5–294,8 мкм). Расчет оптической силы ИОЛ проводили по универсальным формулам MIKOF/ALF, Barrett Universal II без учета поправки на особенности фиксации, в случае после радиальной кератотомии воспользовались расчетными методиками MIKOF/RK и Barrett True K. Видами целевой клинической рефракция в большинстве случаев были эмметропия или простой миопический астигматизм. В ряде случаев выбор послеоперационной клинической рефракции определялся наличием у пациента исходной миопии. В таких случаях (14 случаев) рефракцией цели была миопия от 1,5 до 3,0 дптр. На основании полученных данных исследований вычисляли коэффициенты эффективности (Кэф) и безопасности (Кбезоп) по следующим формулам:

$$\text{Кэф} = (\text{Острота зрения без коррекции после операции} / \text{Острота зрения с коррекцией до операции}) \times 100;$$

$$\text{Кбезоп} = (\text{Острота зрения с коррекцией после операции} / \text{Острота зрения с коррекцией до операции}) \times 100.$$

Статистический анализ выполняли с помощью программы Microsoft Excel, версия 14.0.7182.5000 (Microsoft Office, Microsoft Corporation 2010). Данные представлены в виде  $M \pm \sigma$ , где  $M$  – среднее значение,  $\sigma$  – стандартное отклонение. Параметрические данные сравнивали с использованием  $t$ -теста Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

*Техника операции.* ФЭК выполняли с запланированной имплантацией внутрикапсульного кольца, выполнением первичного заднего капсулорексиса, имплантацией трехчастной ИОЛ в цилиарную борозду с ущемлением оптики в переднем капсулорексисе.

Нами применен принцип планового использования двух уровней фиксации ИОЛ у пациентов с частичной несостоятельностью связочного аппарата нативного хрусталика. В плоскости цилиарных отростков используется связочный аппарат нативного хрусталика за счет ущемления оптики в переднем капсулорексисе, в плоскости цилиарной борозды фиксация происходит за счет упора гаптических элементов непосредственно в борозду. Преимуществом являются независимость послеоперационного положения ИОЛ от диафрагмальной функции зрачка и отсутствие необходимости в выполнении базальной иридэктомии. Особенности предлагаемой нами технологии заключаются в следующем:

1. Использование внутрикапсульного кольца, которое преследует две цели. Первая – натяжение передней капсулы при имплантации гаптических элементов, которое облегчает их позиционирование в цилиарной борозде. Вторая – равномерное расправление капсульного мешка по его экватору (стензирование) с целью равномерного распределения натяжения на связочный аппарат хрусталика и профилактики образования складок.

2. Проведение заднего капсулорексиса, исключаяющего вероятность возникновения капсульного блока, возможного при ущемлении оптики в переднем капсулорексисе, и обеспечивающего естественную эвакуацию остатков вискоэластика в сторону заднего отрезка глаза за счет циркуляции внутриглазной жидкости.

Перед операцией производили акинезию. После стандартной обработки операционного поля, местной капельной анестезии, установки векорасширителя через выполненные два парацентеза роговицы в переднюю камеру вводили мидриатик, анестетик и метиленовый синий для окраски капсулы хрусталика. Далее переднюю камеру заполняли адгезивным вискоэластиком Viscoat (Alcon Laboratories, США). В случае узкого зрачка проводили его растяжение при помощи двух микрокрючков, введенных через парацентезы (25 случаев) или использовали кольцо Малюгина (12 случаев). Лазерное фемтосекундное сопровождение ФЭК было выполнено в 16 случаях. Использована система LenSx (Alcon, США), энергия импульса 4–5 мкДж с расстоянием между лазерными импульсами 3–5 мкм при формировании капсулорексиса, энергия 5–10 мкДж с расстоянием между лазерными импульсами 6–10 мкм при выполнении фрагментации ядра хрусталика. Производили непрерывный циркулярный передний капсулорексис, диаметром 4,8 мм, оптимальным для дальнейшей фиксации в нем оптики трехчастной ИОЛ. Проведение переднего капсулорексиса с использованием фемтосекундного лазера значительно повышало точность в достижении планируе-

## РЕЗУЛЬТАТЫ

мого диаметра в условиях несостоятельности связочно-го аппарата хрусталика. Гидродиссекцию проводили дозировано, без агрессивной мобилизации ядра с учетом исходной несостоятельности связочного аппарата хрусталика. При выраженной слабости цинновой связки использовали полимерные иридокапсулярные ретракторы (ЭТП МГ, Россия) и первичную имплантацию полимерного внутрикапсульного кольца (ЭТП МГ, Россия) с использованием пинцета и микрокрючка по Сински с проведением непосредственно ФЭК, которая проводилась с преимущественным использованием техники «вертикальный чоп», факоэмульсификаторы Centurion (Alcon, США), Stellaris (Bausch + Lomb, США). Нагрузка на связочный аппарат при проведении этого этапа операции значительно снижалась в случае использования фемтосекундного лазера для предварительного разделения хрусталика на фрагменты. После бимануального удаления кортикальных масс капсульный мешок и переднюю камеру заполняли когезивным вискоэластиком Provisc (Alcon Laboratories, США). Проводили имплантацию внутрикапсульного кольца с использованием инжектора и микрокрючка по Сински для минимизации травмы в зоне явной слабости цинновой связки [15]. Выполняли задний капсулорексис диаметром 3 мм следующим образом. Через основной разрез иглой 27G с согнутым острым концом в виде микрокрючка, размер которого сопоставим с толщиной капсулы, выполняли прокол задней капсулы в центре и формировали лоскут к периферии с его смещением в сторону вершины роговицы. Затем пинцетом 25G (Dorc, Нидерланды) фиксировали лоскут и, смещая его по окружности и вверх, формировали отверстие в задней капсуле. Далее удаляли капсульные крючки, в случае их использования. Расширяли роговичный доступ до 2,7–2,8 мм. Имплантацию трехчастной ИОЛ производили в переднюю камеру с помощью инжектора Монарх III (Alcon Laboratories, США) через картридж «В». При заполненном вискоэластиком капсульном мешке с имплантированным внутрикапсульным кольцом передняя капсула хрусталика практически прилегала к задней поверхности радужки до экватора хрусталиковой сумки. С помощью крючка гаптический элемент заправляли под радужку, располагая на передней поверхности капсулы хрусталика, первым нижний, затем верхний. Далее, в случае использования кольца Малюгина, его эксплантировали. Вымывание вискоэластика из-под ИОЛ проводили аспирационной канюлей. Затем оптику ИОЛ перемещали за край переднего капсулорексиса в капсульный мешок. После промывания передней камеры и введения в переднюю камеру миотика – 0,01% раствора Карбахола (Мио-Хол, Appasamy Ocular Devices (P) Ltd (Pharma Division), Индия), проводили герметизацию роговичных разрезов методом гидратации. Операцию завершали инъекцией антибиотика с дексаметазоном под конъюнктиву. После снятия векорасширителя на закрытые веки накладывали стерильную повязку.

Все операции прошли без осложнений. В 3 случаях перед имплантацией увеличивали диаметр переднего капсулорексиса, используя канговые инструменты (микроножницы и пинцет). В 5 случаях выполняли переднюю витректомию в области заднего капсулорексиса после аспирации вискоэластика из капсульного мешка перед ущемлением оптики ИОЛ в переднем капсулорексисе. Осложнений в послеоперационном периоде отмечено не было. При осмотре в раннем послеоперационном периоде во всех случаях ИОЛ занимала правильное, центральное прогнозируемое положение, определялась одинаковая дистанция между краем зрачка и передней поверхностью ИОЛ. Передняя капсула плотно прилегала к передней поверхности ИОЛ, отмечалась овализация переднего капсулорексиса с расположением большего диаметра в месте крепления гаптических элементов к оптике ИОЛ, задний капсулорексис не менял своей формы, задняя капсула неплотно прилегала к задней поверхности ИОЛ. В 5 случаях после операции отмечался легкий иридо-псевдофакододоз в случаях большой длины ПЗО глаза. Оптическая сила имплантированных трехчастных ИОЛ варьировала от 1,0 до 27,5 дптр (в среднем  $19,63 \pm 5,08$  дптр). Срок выписки из стационара в среднем составил  $2,0 \pm 1,3$  дня (от 1 до 5 дней). Клинико-функциональные результаты на момент выписки из стационара и сравнение их с дооперационными показателями представлены в *таблице 5*.

Острота зрения при выписке без коррекции составила  $0,46 \pm 0,29$  (от 0,03 до 1,0), с коррекцией –  $0,58 \pm 0,27$  (от 0,05 до 1,0), превысив дооперационные значения. Сферозэквивалент (SE) субъективной коррекции, улучшавшей зрение в 37 случаях после операции, в среднем составил  $-0,99 \pm 1,32$  дптр (от  $-3,50$  до  $1,13$  дптр). ВГД после операции варьировало от 11 до 23 мм рт.ст. (в среднем  $16,48 \pm 2,81$  мм рт.ст.), разница с показателями ВГД до операции статистически недостоверна ( $p > 0,05$ ). Низкие показатели скорректированной остроты зрения в ряде случаев определялись сопутствующей патологией. Оптические результаты проведенных операций представлены в *таблице 6*.

Достоверного изменения в среднем значении кератометрии после операции не отмечено ( $p > 0,05$ ), что косвенно свидетельствует об атравматичности проведенного хирургического лечения. SE клинической рефракции в среднем составил  $-0,20 \pm 1,28$  дптр (от  $-3,63$  до  $2,25$  дптр), данные каждого конкретного случая далее используются для расчета величины рефракционной ошибки (*табл. 7*).

Рефракционная ошибка – отклонение полученного рефракционного результата от планируемого, составила в среднем  $-0,29 \pm 0,77$  дптр (от  $-1,91$  до  $3,07$  дптр), предварительный расчет оптической силы имплантированной ИОЛ проводился для стандартного интракапсулярного ее положения без учета особенностей выполнен-

Таблица 5

**Клинико-функциональные результаты и сравнение их с дооперационными показателями**

Table 5

**Clinical and functional results and their comparison with preoperative indicators**

Показатель Index	Значение Meaning
Острота зрения без коррекции д/о, $\geq 0,01$ (n=74) UCVA before surgery, $\geq 0,01$ (n=74)	0,11 $\pm$ 0,12 (от 0,01 до 0,8) 0.11 $\pm$ 0.12 (from 0.01 to 0.8)
Острота зрения без коррекции п/о (n=86) UCVA after surgery (n=86)	0,46 $\pm$ 0,29 (от 0,03 до 1,0) 0.46 $\pm$ 0.29 (from 0.03 to 1.0)
Максимальная острота зрения с коррекцией д/о, $\geq 0,01$ (n=77) BCVA before surgery, $\geq 0,01$ (n=77)	0,31 $\pm$ 0,22 (от 0,01 до 0,95) 0.31 $\pm$ 0.22 (from 0.01 to 0.95)
Максимальная острота зрения с коррекцией п/о (n=86) BCVA after surgery (n=86)	0,58 $\pm$ 0,27 (от 0,05 до 1,0) 0.58 $\pm$ 0.27 (from 0.05 to 1.0)
SE субъективной коррекции п/о, дптр (n=37) Subjective refraction after surgery, D (n=37)	-0,99 $\pm$ 1,32 (от -3,50 до 1,13) -0.99 $\pm$ 1.32 (from -3.50 to 1.13)
ВГД д/о, мм рт.ст. (n=86) IOP before surgery, mm Hg (n=86)	16,80 $\pm$ 4,14 (от 6 до 24) 16.80 $\pm$ 4.14 (from 6 to 24)
ВГД п/о, мм рт.ст. (n=86) IOP after surgery, mm Hg (n=86)	16,48 $\pm$ 2,81 (от 11 до 23) 16.48 $\pm$ 2.81 (from 11 to 23)

Примечание. Здесь и в табл. 6, 8: д/о – до операции; п/о – после операции.

Таблица 6

**Анатомо-оптические характеристики до и после операции,  
сферозквивалент клинической рефракции после операции (M $\pm$  $\sigma$ )**

Table 6

**Anatomical and optical characteristics before and after surgery,  
spherical equivalent of clinical refraction after surgery (M $\pm$  $\sigma$ )**

Показатель Index	Значение Meaning
Ср. кератометрия д/о, дптр (n=86) Average keratometry before surgery, D (n=86)	44,13 $\pm$ 1,72 (от 38,38 до 48,88) 44.13 $\pm$ 1.72 (from 38.38 to 48.88)
Ср. кератометрия п/о, дптр (n=86) Average keratometry after surgery, D (n=86)	44,13 $\pm$ 1,83 (от 38,00 до 49,38) 44.13 $\pm$ 1.83 (from 38.00 to 49.38)
SE клинической рефракции п/о, дптр (n=77) SE of clinical refraction after surgery, D (n=77)	-0,20 $\pm$ 1,28 (от -3,63 до 2,25) -0.20 $\pm$ 1.28 (from -3.63 to 2.25)

ной фиксации. Планируемый рефракционный результат в пределах 1,0 дптр был достигнут в 83,1%.

Для оценки положения ИОЛ проведено исследование методом УБМ в сроке 1, 3, 6, 12 месяцев (максимальный срок наблюдения 2 года). Снимки УБМ переднего отрезка глаза пациентов представлены на *рисунках 1, 2*.

По данным УБМ через 1 месяц (*рис. 1*) после операции по всему периметру определяется достаточное расстояние между задней поверхностью радужки и передней поверхностью ИОЛ, а также между задней поверхностью

радужки и передней капсулой на периферии. Дистальные отделы гаптических элементов трехчастной ИОЛ визуализируются в цилиарной борозде. Плоскость оптики ИОЛ находится в плоскости цилиарных отростков. Передняя и задняя капсулы плотно прилегают к поверхности оптики ИОЛ. На периферии капсульного мешка определяется внутрикапсульное кольцо. Листки капсулы хрусталика к периферии от оптики ИОЛ прилегают друг к другу и внутрикапсульному кольцу. Контакт капсульного мешка с цилиарными отростками отсутствует. Протяженность

Таблица 7

Рефракционная ошибка SEоткл – разница между фактической (SEфакт) и расчетной (SEрасч) клинической рефракцией ( $M \pm \sigma$ ), точность расчета оптической силы ИОЛ

Table 7

Refractive error ( $M \pm \sigma$ ), the accuracy of calculating the optical power of the IOL

Показатель Index	Значение Meaning
SEоткл, дптр (n=77) Refractive error, D (n=77)	$-0,29 \pm 0,77$ (от -1,91 до 3,07) $-0.29 \pm 0.77$ (from -1.91 to 3.07)
$-0,5 \leq SEоткл \leq 0,5$ (случаи/%) $-0.5 \leq \text{Refractive error} \leq 0,5$ (cases/%)	35/48,1
$-1,0 \leq SEоткл \leq 1,0$ (случаи/%) $-1.0 \leq \text{Refractive error} \leq 1,0$ (cases/%)	63/83,1

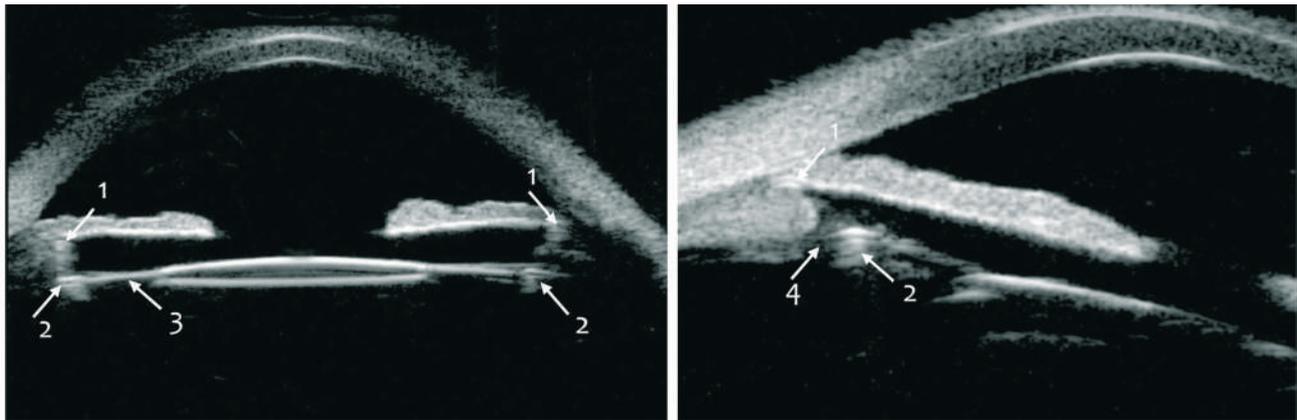


Рис. 1. Снимки УБМ, положение ИОЛ через 1 месяц после операции: (1) дистальные отделы гаптических элементов, (2) внутрикапсульное кольцо, (3) дупликация капсулы хрусталика, (4) волокна цинновой связки

Fig. 1. UBM images, IOL position 1 month after surgery: (1) distal parts of haptic elements, (2) intracapsular ring, (3) duplication of the lens capsule, (4) fibers of the Zinn ligament

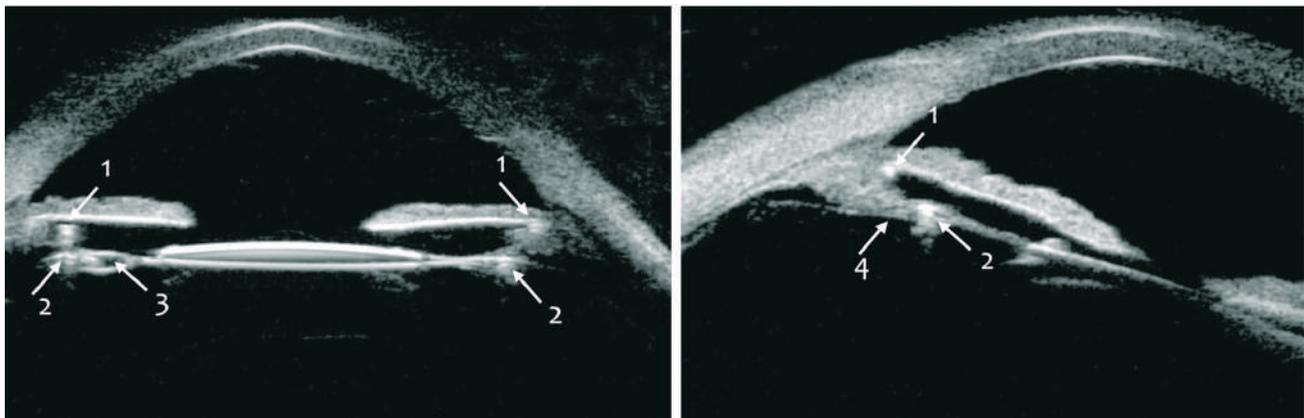


Рис. 2. Снимки УБМ, положение ИОЛ через 1 год после операции: (1) дистальные отделы гаптических элементов, (2) внутрикапсульное кольцо, (3) пролиферация экваториальных эпителиальных клеток в капсульном мешке, (4) волокна цинновой связки

Fig. 2. UBM images, IOL position 1 year after surgery: (1) distal parts of haptic elements, (2) intracapsular ring, (3) proliferation of equatorial epithelial cells in the capsular bag, (4) fibers of the Zinn ligament

волокон цинновой связки по секторам уменьшается, не меняя исходной асимметрии. На позднем сроке наблюдения (рис. 2) взаимоотношения оптики и гаптических элементов ИОЛ с анатомическими структурами не меняются. На периферии капсульного мешка в отдельных случаях выявляется пролиферация экваториальных эпителиальных клеток. Отдельные порции цинновой связки слипаются с уплотнением. Исходная асимметрия в протяженности волокон цинновой связки по секторам уменьшается. В характеристиках угла передней камеры в секторах фиксации гаптических элементов локальных отличий на всех сроках наблюдения выявлено не было. Как правило, на фоне иридодонеза отмечается стабильное положение ИОЛ при движении глазного яблока.

Пациентам на момент выписки из стационара проводили ОКТ макулярной зоны. Объективно подтвержденная патология или ее отсутствие служили отправной точкой для оценки изменений, связанных с проведенной операцией. В позднем послеоперационном периоде проведено ОКТ-исследование в 38 случаях. У пациентов при отсутствии исходной патологии (14 случаев) в отдаленные сроки достоверного увеличения толщины фовеолярной сетчатки не выявлено: при выписке из стационара среднее значение составило  $254,21 \pm 20,26$  мкм, в отдаленный срок –  $256,21 \pm 19,70$  мкм ( $p > 0,05$ ).

В позднем послеоперационном периоде были обследованы 35 пациентов, в среднем через 10 месяцев после операции (результаты 38 операций, у 3 пациентов были прооперированы 2 глаза). Результаты обследований представлены в *таблицах 8, 9*.

Из 38 исследованных случаев на раннем после операции сроке субъективная коррекция улучшала остроту зрения в 14 случаях, а позднем – в 29. Для оценки изменения SE субъективной коррекции, SE клинической рефракции в позднем послеоперационном периоде были выбраны случаи с имеющейся исходной информацией о раннем послеоперационном периоде (*табл. 9*).

В одном случае в позднем послеоперационном периоде острота зрения без и с максимальной коррекцией ухудшилась с 0,05 до 0,01 на фоне прогрессирования исходной эндотелиально-эпителиальной дистрофии роговицы. Средние показатели остроты зрения без и с коррекцией в позднем послеоперационном периоде относительно раннего периода были достоверно выше, а уровень ВГД – ниже ( $p < 0,05$ ). Статистически достоверной разницы в значениях средней субъективной коррекции, средней клинической рефракции, средней кератометрии в ранний и поздний послеоперационные периоды не выявлено ( $p > 0,05$ ). На сроке 10 месяцев коэффициенты эффективности – 193, безопасности – 282.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В системе клиник МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова в случаях частичной несостоятель-

ности связочного аппарата хрусталика или дефектов капсульной поддержки при проведении ФЭК была разработана и широко внедрена технология использования двухплоскостной ИОЛ со зрочковой или смешанной, иридокапсульной фиксацией [1, 16]. Она применяется при плановой хирургии в клинических ситуациях, когда хирург встречается с выраженной слабостью цинновой связки. Другие варианты фиксации и типы ИОЛ относительно редко используются в плановой хирургии осложненной катаракты. Чаще всего они используются при вторичной имплантации ИОЛ либо в плановом порядке в особых клинических случаях (хирургия катаракты у детей).

Как правило, на фоне исходной несостоятельности связочного аппарата хрусталика, офтальмохирург предпочитает завершать операцию имплантацией стандартной внутрикапсульной модели ИОЛ в капсульный мешок, дополняя ее введением капсульного кольца. К сожалению, данная техника, особенно у пациентов с ПЭС, миопией высокой степени и глаукомой, у которых имеется риск прогрессирующей дегенерации связочного аппарата хрусталика с течением времени, чревата отложенным риском децентрации и даже дислокации комплекса «ИОЛ + капсульный мешок». Это происходит в отдаленном послеоперационном периоде – через 6–8 лет после операции по поводу катаракты [3, 4]. Сроки наступления данного осложнения весьма вариabельны и обусловлены индивидуальными особенностями прогрессивного нарушения связочного аппарата хрусталика. При обсуждении в ходе работы XXXIII Конгресса ESCRS в 2015 г. в Барселоне факта объективного увеличения количества случаев отдаленных дислокаций комплекса «ИОЛ + капсульный мешок» данная проблема была названа «новой эпидемией».

При фиксации гаптических элементов трехчастной ИОЛ в цилиарной борозде и ущемлении оптики в переднем капсулорексисе по данным УБМ ее положение стабильно, а расположение плоскости оптики близко к такому при внутрикапсульной фиксации. Подробный анализ результатов УБМ-исследования смешанной фиксации трехчастной ИОЛ требует отдельного внимания и будет опубликован отдельно. ОКТ-исследование в отдаленные сроки у ограниченного числа пациентов с отсутствием исходной ретинальной патологии показало, что фиксация гаптических элементов трехчастной ИОЛ в цилиарной борозде, а оптики – в переднем капсулорексисе не приводит к клинически значимым изменениям толщины фовеолярной сетчатки.

Отсутствие достоверных различий в рефракционных результатах операций при сравнении на разных сроках также подтверждает стабильное положение ИОЛ в оптической системе глаза. Выявленная при анализе рефракционных результатов в раннем и позднем послеоперационном периодах стабильная миопизация (SEоткл) объясняется сдвигом главной плоскости ИОЛ в сторону вершины роговицы относительно показателей при стандартной внутрикапсульной фиксации ИОЛ.

Таблица 8

**Клинико-функциональные результаты в отдаленном периоде и сравнение их с показателями до операции и при выписке из стационара**

Table 8

**Clinical and functional results in the long-term period and their comparison with indicators before surgery and at discharge from the hospital**

Показатель Index	Значение Meaning
Острота зрения без коррекции д/о, $\geq 0,01$ (n=35) UCVA before surgery, $\geq 0,01$ (n=35)	0,11 $\pm$ 0,11 (от 0,01 до 0,45) 0.11 $\pm$ 0.11 (from 0.01 to 0.45)
Острота зрения без коррекции, ранний срок п/о (n=38) UCVA, early postoperative period (n=38)	0,43 $\pm$ 0,29 (от 0,05 до 1,0) 0.43 $\pm$ 0.29 (from 0.05 to 1.0)
Острота зрения без коррекции, отдаленный срок п/о (n=38) UCVA, long-term period after surgery (n=38)	0,54 $\pm$ 0,31 (от 0,01 до 1,0) 0.54 $\pm$ 0.31 (from 0.01 to 1.0)
Максимальная острота зрения с коррекцией д/о, $\geq 0,01$ (n=35) BCVA before surgery, $\geq 0,01$ (n=35)	0,28 $\pm$ 0,23 (от 0,01 до 0,95) 0.28 $\pm$ 0.23 (from 0.01 to 0.95)
Максимальная острота зрения с коррекцией, ранний срок п/о (n=38) BCVA, early postoperative period (n=38)	0,57 $\pm$ 0,28 (от 0,05 до 1,0) 0.57 $\pm$ 0.28 (from 0.05 to 1.0)
Максимальная острота зрения с коррекцией, отдаленный срок п/о (n=38) BCVA, long-term period after surgery (n=38)	0,79 $\pm$ 0,28 (от 0,01 до 1,0) 0.79 $\pm$ 0.28 (from 0.01 to 1.0)
SE субъективной коррекции, ранний срок п/о, дптр (n=14) Subjective refraction after surgery, early postoperative period, D (n=14)	-1,45 $\pm$ 1,10 (от -3,50 до 0,38) -1.45 $\pm$ 1.10 (from -3.50 to 0.38)
SE субъективной коррекции отдаленный срок п/о, дптр (n=29) Subjective refraction after surgery, long-term period after surgery, D (n=29)	-0,72 $\pm$ 1,42 (от -3,75 до 1,25) -0.72 $\pm$ 1.42 (from -3.75 to 1.25)
SE клинической рефракции, ранний срок п/о, дптр (n=33) SE of clinical refraction, early postoperative period, D (n=33)	-0,46 $\pm$ 1,29 (от -3,63 до 2,25) -0.46 $\pm$ 1.29 (from -3.63 to 2.25)
SE клинической рефракции, отдаленный срок п/о, дптр (n=38) SE of clinical refraction, long-term period after surgery, D (n=38)	-0,57 $\pm$ 1,26 (от -3,75 до 1,25) -0.57 $\pm$ 1.26 (from -3.75 to 1.25)
ВГД д/о, мм рт.ст. (n=38) IOP before surgery, mm Hg (n=38)	16,68 $\pm$ 4,37 (от 9 до 24) 16.68 $\pm$ 4.37 (from 9 to 24)
ВГД, ранний срок п/о, мм рт.ст. (n=38) IOP, early postoperative period, mm Hg (n=38)	16,84 $\pm$ 2,71 (от 12 до 23) 16.84 $\pm$ 2.71 (from 12 to 23)
ВГД, отдаленный срок п/о, мм рт.ст. (n=38) IOP, long-term period after surgery, mm Hg (n=38)	15,34 $\pm$ 3,71 (от 8 до 24) 15.34 $\pm$ 3.71 (from 8 to 24)
Ср. кератометрия д/о, дптр (n=38) Average keratometry before surgery, D (n=38)	43,76 $\pm$ 1,82 (от 38,38 до 48,88) 43.76 $\pm$ 1.82 (from 38.38 to 48.88)
Ср. кератометрия, ранний срок п/о, дптр (n=38) Average keratometry, early postoperative period, D (n=38)	43,85 $\pm$ 1,92 (от 38,00 до 49,38) 43.85 $\pm$ 1.92 (from 38.00 to 49.38)
Ср. кератометрия, отдаленный срок п/о, дптр (n=38) Average keratometry, long-term period after surgery, D (n=38)	43,65 $\pm$ 1,66 (от 39,38 до 48,75) 43.65 $\pm$ 1.66 (from 39.38 to 48.75)

В послеоперационном периоде во всех случаях не возникало проблем с осмотром глазного дна в условиях мидариаза. Наличие во всех случаях достаточного расстояния между задней поверхностью радужки, передней поверхностью ИОЛ и дубликатурой капсулы на перифе-

рии исключало необходимость проведения базальной иридэктомии во время операции.

Таким образом, полученные нами данные показали, что комбинированное использование цилиарной борозды и капсулорексиса для плановой фиксации трехчаст-

Таблица 9

Рефракционные результаты в отдаленном периоде и сравнение их с показателями при выписке из стационара

Table 9

Long-term refractive results and their comparison with indicators at discharge from the hospital

Показатель Index	Значение Meaning
SE субъективной коррекции в ранний срок, дптр (n=14) Subjective refraction after surgery, early postoperative period, D (n=14)	-1,45±1,10 (от -3,50 до 0,38) -1.45±1.10 (from -3.50 to 0.38)
SE субъективной коррекции в отдаленный срок, дптр (n=14) Subjective refraction after surgery, long-term period after surgery, D (n=14)	-1,63±1,42 (от -3,75 до 0,13) -1.63±1.42 (from -3.75 to 0.13)
SE клинической рефракции в ранний срок, дптр (n=33) SE of clinical refraction, early postoperative period, D (n=33)	-0,46±1,29 (от -3,63 до 2,25) -0.46±1.29 (from -3.63 to 2.25)
SE клинической рефракции в отдаленный срок, дптр (n=33) SE of clinical refraction, long-term period after surgery, D (n=33)	-0,63±1,29 (от -3,75 до 1,25) -0.63±1.29 (from -3.75 to 1.25)

ной ИОЛ в случаях нарушения естественного связочно-аппарата хрусталика на фоне ПЭС позволяет достигать прогнозируемого положения оптики ИОЛ. Примечательно то, что даже при наличии в анамнезе у пациентов глаукомы указанная фиксация не приводила к повышению ВГД в раннем и позднем послеоперационном периодах. С учетом двух зон фиксации ИОЛ, мы считаем, что преимущество нашего метода будет обеспечивать более долгосрочную стабильность положения линзы у пациентов с несостоятельностью связочного аппарата нативного хрусталика. При этом считаем целесообразным дальнейшее наблюдение за оперированными пациентами в сроки, выходящие за пределы настоящего исследования (средний срок наблюдения – 10 мес.), что позволит подтвердить данный постулат.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Плановая цилиокапсулярная фиксация трехчастной ИОЛ у пациентов с несостоятельностью связочно-аппарата в ходе неосложненной ФЭК является безопасной и эффективной, не приводит к развитию специфических осложнений и прогрессированию сопутствующей патологии.

2. Стабильное положение гаптических элементов в цилиарной борозде, а оптики ИОЛ, ущемленной в отверстии переднего капсулорексиса, при сроках наблюдения в среднем 10 месяцев (максимальный срок – 2 года) подтверждено методом УБМ.

3. С учетом выявленного миопического сдвига в  $-0,29 \pm 0,77$  дптр целесообразно введение соответствующей поправки в расчет оптической силы ИОЛ при данном типе фиксации.

4. Стабильность полученного рефракционного результата и отсутствие изменений сферозэквивалента рефракции в отдаленные сроки послеоперационного периода подтверждают долгосрочное стабильное положение ИОЛ при данном виде фиксации.

**ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES**

1. Малогин Б.Э., Покровский Д.Ф., Семакина А.С. Клинико-функциональные результаты иридокапсулярной фиксации при дефектах связочного аппарата хрусталика. Офтальмохирургия. 2017;1: 10–15. [Malyugin BE, Pokrovsky DF, Semakina AS. Clinical and functional results of iridocapsular fixation with defects of the ligamentous apparatus of the lens. Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2017;1: 10–15. (In Russ.)]
2. Bisevac J, Anisimova NS, Nagymihály R, Kristianslund O, Katta K, Noer A, Sharafetdinov IH, et al. Long-term myofibroblast persistence in the capsular bag contributes to the late spontaneous in-the-bag intraocular lens dislocation. Sci Rep. 2020;10(1): 20532. doi: 10.1038/s41598-020-77207-7
3. Gimbel HV, Condon GP, Kohnen T, et al. Late in-the-bag intraocular lens dislocation: incidence, prevention and management. J Cataract Refract Surg. 2005;31: 2193–2204.
4. Терещенко Ю.А., Кривко С.В., Сорокин Е.Л. и др. Спонтанная дислокация заднекамерных интраокулярных линз (ИОЛ) в позднем послеоперационном периоде: частота, причины, осложнения. РМЖ. Клиническая офтальмология. 2010;11(3): 100–102. [Tereshchenko YuA, Krivko SV, Sorokin EL, et al. Spontaneous dislocation of posterior chamber intraocular lenses (IOL) in the late postoperative period: frequency, causes, complications. RMJ. Clinical ophthalmology. 2010;11(3): 100–102. (In Russ.)]
5. Agarwal A, Kumar DA, Jacob S, Baid C, Agarwal A, Srinivasan S. Fibrin glue-assisted sutureless posterior chamber intraocular lens implantation in eyes with deficient posterior capsules. J Cataract Refract Surg. 2008;34: 1433–1438.
6. Cameron JD, Apple DJ, Sumsion MA. Pathology of iris support intraocular lenses. Implant. 1987;5: 15–24.
7. De Silva SR, Arun K, Anandan M. Iris-claw intraocular lenses to correct aphakia in the absence of capsule support. J Cataract Refract Surg. 2011;37(9): 1667–1672.

8. Rajvi Mehta Ahmad A. Aref Intraocular lens implantation in the ciliary sulcus: challenges and risks. Clin Ophthalmol. 2019;13: 2317–2323.

9. Патент на изобретение № 2625781C1/18.07.2017. Бюл. № 20. Малоги́н Б.Э., Пантеле́ев Е.Н., Бессара́бов А.Н., Семакина А.С. Способ имплантации интраокулярной линзы после микрокоаксиальной фактоэмульсификации катаракты при обширных дефектах связочного аппарата хрусталика. Доступно по: [https://patents.s3.yandex.net/RU2625781C1\\_20170718.pdf](https://patents.s3.yandex.net/RU2625781C1_20170718.pdf) [Ссылка активна на 31.01.2023] [Patent RUS № 2625781C1/18.07.2017. Byul. № 20. Malyugin BE, Panteleev EN, Bessarabov AN, Semakina AS. Method of implantation of intraocular lens after microcoaxial phacoemulsification of cataract with extensive defects of the ligamentous apparatus of the lens. Available from: [https://patents.s3.yandex.net/RU2625781C1\\_20170718.pdf](https://patents.s3.yandex.net/RU2625781C1_20170718.pdf) [Accessed 31st January 2023] (In Russ.)]

10. Rodriguez-Agirretxe I, Acera-Osa A, Ubeda-Erviti M. Needle-guided intrascleral fixation of posterior chamber intraocular lens for aphakia correction. J Cataract Refract Surg. 2009;35: 2051–2053.

11. Чанг ДФ. Фако-чоп и другие продвинутое техники хирургии катаракты. Стратегии хирургии осложненных катаракт. Под ред. проф. Б.Э. Малоги́на. 2-е изд. М.: Издательство «Офтальмология»; 2018: 322–324. [Chang DF. Faco-chop and other advanced cataract surgery techniques. Strategies for surgery of complicated cataracts. Prof. Malyugin BE (ed). 2nd ed. Moscow: Izdael'stvo Oftal'mologiya; 2018: 322–324. (In Russ.)]

12. Patel AS, Masters JS. Mastering the posterior capsule and optic capture: elimination of secondary cataract. Available from: [https://eyewiki.aao.org/Mastering\\_the\\_Posterior\\_Capsule\\_and\\_Optic\\_Capture:\\_Elimination\\_of\\_Secondary\\_Cataract](https://eyewiki.aao.org/Mastering_the_Posterior_Capsule_and_Optic_Capture:_Elimination_of_Secondary_Cataract) [Accessed 31st January 2023]

13. Ying-Bin Xie, Mei-Yu Ren, Qi Wang, Li-Hua Wang. Intraocular lens optic capture in pediatric cataract surgery. Int J Ophthalmol. 2018;11(8): 1403–1410.

14. Паштаев Н.П. Хирургия подвывихнутого и вывихнутого в стекловидное тело хрусталика. Чебоксары: ГОУ ИУВ; 2006. [Pashtaeв NP. Surgery of the lens subluxated and dislocated into the vitreous body. Cheboksary: GO IUV; 2006. (In Russ.)]

15. Патент на изобретение № 2699534C1/05.09.2019. Бюл. № 25. Малоги́н Б.Э., Пантеле́ев Е.Н., Семакина А.С. Способ имплантации внутрикапсульного кольца. Доступно по: [https://patents.s3.yandex.net/RU2699534C1\\_20190905.pdf](https://patents.s3.yandex.net/RU2699534C1_20190905.pdf) [Ссылка активна на 31.01.2023] [Patent RUS № 2699534C1/05.09.2019. Byul. № 25. Malyugin BE, Panteleev EN, Semakina AS. Sposob implantacii vnutri kapsul'nogo kol'ca. Available from: [https://patents.s3.yandex.net/RU2699534C1\\_20190905.pdf](https://patents.s3.yandex.net/RU2699534C1_20190905.pdf) [Accessed 31st January 2023] (In Russ.)]

16. Малоги́н Б.Э., Пантеле́ев Е.Н., Бессара́бов А.Н., Покровский Д.Ф., Семакина А.С., Абдуллаева С.А. Сравнительный анализ предсказуемости рефракционного результата при иридокапсулярной и иридовитреальной фиксации двухплоскостной модели ИОЛ. Офтальмология. 2018;15(2): 139–145. [Malyugin BE, Panteleev EN, Bessarabov AN, Pokrovskii DF, Semakina AS, Abdullaeva SA. Comparative analysis of the predictability of the refractive result in the irido-capsule and irido-vitreous fixation of a two-plane IOL model. Ophthalmology in Russia. 2018;15(2): 139–145. (In Russ.)]

#### Информация об авторах

**Борис Эдуардович Малоги́н**, чл.-корр. РАН, д.м.н., [boris.malyugin@gmail.com](mailto:boris.malyugin@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-5666-3493>

**Евгений Николаевич Пантеле́ев**, к.м.н., [epa351@mail.ru](mailto:epa351@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-0329-3913>

**Лайла Лемиевна Хапаева**, аспирантка, [vip.hapaeva@mail.ru](mailto:vip.hapaeva@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-1762-738X>

**Александр Геннадьевич Савенков**, аспирант, [savenkovmd@gmail.com](mailto:savenkovmd@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-2917-0834>

#### Information about the authors

**Boris E. Malyugin**, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Sciences in Medicine, [boris.malyugin@gmail.com](mailto:boris.malyugin@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-5666-3493>

**Evgenii N. Panteleev**, PhD in Medicine, [epa351@mail.ru](mailto:epa351@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-0329-3913>

**Laila L. Khapaeva**, PhD Student, [vip.hapaeva@mail.ru](mailto:vip.hapaeva@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-1762-738X>

**Aleksandr G. Savenkov**, PhD Student, <https://orcid.org/0000-0002-2917-0834>

#### Вклад авторов в работу:

**Б.Э. Малоги́н:** существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка информации, написание текста, редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.

**Е.Н. Пантеле́ев:** существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста.

**Л.Л. Хапаева:** сбор, анализ и обработка материала.

**А.Г. Савенков:** сбор, анализ и обработка материала, статистическая обработка данных.

#### Authors' contribution:

**B.E. Malyugin:** significant contribution to the concept and design of the work, collection, analysis and processing of material, writing, editing, final approval of the version to be published.

**E.N. Panteleev:** significant contribution to the concept and design of the work, collection, analysis and processing of material, statistical data processing, writing.

**L.L. Khapaeva:** collection, analysis, and processing of material.

**A.G. Savenkov:** collection, analysis and processing of material, statistical data processing.

**Финансирование:** Авторы не получали 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: 26.10.2022

Переработана: 22.11.2022

Принята к печати: 26.01.2023

Originally received: 26.10.2022

Final revision: 22.11.2022

Accepted: 26.01.2023