

Сравнительная оценка влияния положения ИОЛ на показатели aberromетрии после шовной фиксации комплекса «ИОЛ — капсульный мешок» к радужной оболочке



В.Н. Никитин



Д.И. Иванов

АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза»
ул. Академика Бардина, 4а, Екатеринбург, 620149, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2022;19(4):768–773

Актуальность. Шовная фиксация дислоцированного комплекса «ИОЛ — капсульный мешок» (НИКМ) к радужной оболочке широко применяется в настоящее время. Нарушение правильного положения ИОЛ влияет на снижение контрастной чувствительности, появление дисфотопсий и аберраций. Определение зависимости параметров положения ИОЛ с количественными характеристиками аберраций волнового фронта в отсроченном периоде позволит рассмотреть применяемые методы хирургического лечения с позиции влияния на качество зрения. **Цель:** провести сравнительную оценку влияния наклона и децентрации ИОЛ на показатели aberromетрии в отсроченном послеоперационном периоде у пациентов с шовной фиксацией комплекса «ИОЛ — капсульный мешок» к радужной оболочке. **Пациенты и методы.** Основная группа — 46 глаз, прооперированных в 2014–2016 гг. по поводу дислокации НИКМ методом шовной фиксации к радужной оболочке за 2 дужки. Группа сравнения — 30 глаз с артрафикцией без шовной фиксации с высокой некорригированной остротой зрения (0,8–1,0). По дизайну исследования показатели обеих групп определяли спустя не менее 5 лет после операции. Все пациенты имели сферическую ИОЛ. Определение положения ИОЛ (наклон и децентрация) осуществляли с помощью ОКТ RTVue (Optovue, США), aberromетрию — с использованием OPD-Scan III. Выполняли сравнительную оценку показателей волнового фронта: среднеквадратичную ошибку суммарного волнового фронта (Total RMS), общие внутренние аберрации, аберрации наклона — «tilt», суммарные аберрации высокого порядка «high», аберрации носых лучей («Coma»). **Результаты.** Показатели положения ИОЛ в основной группе: среднее значение угла наклона в горизонтальном меридиане ИОЛ — $3,07 \pm 0,35^\circ$, в вертикальном меридиане — $2,35 \pm 0,25^\circ$; децентрация относительно центра немидриатического зрачка в горизонтальном меридиане — $387,0 \pm 3,4$ мкм, в вертикальном меридиане — $443,0 \pm 4,3$ мкм. Группа сравнения: среднее значение угла наклона в горизонтальном меридиане ИОЛ — $3,04 \pm 0,35^\circ$, в вертикальном меридиане — $1,43 \pm 0,13^\circ$; децентрация относительно центра немидриатического зрачка в горизонтальном меридиане — $190 \pm 2,8$ мкм, в вертикальном меридиане — $259 \pm 3,4$ мкм. Показатели aberromетрии в основной группе: Total RMS — $0,52 \pm 0,04$, общие внутренние аберрации — $0,96 \pm 0,04$, аберрации наклона «tilt» — $0,31 \pm 0,02$, суммарные аберрации высокого порядка «high» — $0,29 \pm 0,01$, аберрации носых лучей «Coma» — $0,201 \pm 0,010$. Группа сравнения: Total RMS — $0,29 \pm 0,03$, общие внутренние аберрации — $0,66 \pm 0,08$, аберрации наклона «tilt» — $0,202 \pm 0,020$, суммарные аберрации высокого порядка «high» — $0,19 \pm 0,07$, аберрации носых лучей «Coma» — $0,088 \pm 0,010$. Различия в сравниваемых группах достоверны ($p < 0,05$). Расчет коэффициента корреляции при сравнении параметров децентрации ИОЛ и количественных характеристик аберраций обнаружил слабую положительную зависимость, что говорит о незначительном влиянии полученных параметров децентрации ИОЛ как на внутренние аберрации, так и на интегральный показатель RMS. **Заключение.** При сравнительной оценке показателей положения ИОЛ (наклон/децентрация) и количества аберраций волнового фронта не выявлено значительной корреляции. Правильное центральное положение ИОЛ снижает аберрации волнового фронта и обеспечивает высокое качество зрения. Метод шовной фиксации НИКМ к радужной оболочке обеспечивает высокий функциональный и качественный результат в отсроченном послеоперационном периоде.

Ключевые слова: подшивание ИОЛ к радужке, наклон/децентрация ИОЛ, контракционный капсулярный синдром, aberromетрия

Для цитирования: Никитин В.Н., Иванов Д.И. Сравнительная оценка влияния положения ИОЛ на показатели aberromетрии после шовной фиксации комплекса «ИОЛ — капсульный мешок» к радужной оболочке. *Офтальмология*. 2022;19(4):768–773. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2022-4-768-773>

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

Конфликт интересов отсутствует



Comparative Assessment of the Influence of the IOL Position on the Aberrometry Parameters after Suture Fixation of the IOL-Capsule Bag Complex to the Iris

V.N. Nikitin, D.I. Ivanov

Eye Microsurgery Ekaterinburg Center

A. Bardina str., 4A, Ekaterinburg, 620149, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2022;19(4):768–773

Relevance. Suture fixation of dislocated IOL capsule-sac complexes to the iris is widely used at present. Violation of the correct position of the IOL affects the decrease in contrast sensitivity, the appearance of dysphotopsias and aberrations. Determining the dependence of the parameters of the IOL position on the quantitative characteristics of wave front aberrations in the delayed period will allow us to consider the applied methods of surgical treatment from the position of influencing the quality of vision. **Purpose:** to conduct a comparative assessment of the effect of IOL tilt and decentration on aberrometry indicators in the delayed postoperative period in patients with suture fixation of the IOL capsular-bag complex to the iris. **Patients and methods.** The main group consisted of 46 eyes operated on in 2014–2016 for the dislocation of capsule-bag complex by suture fixation to the iris for 2 arches. Comparison group — 30 eyes with articulation without suture fixation, having high uncorrected visual acuity (0.8–1.0). According to the study design, the indicators of both groups were determined at least 5 years after the operation. All patients had spherical IOLs. The determination of the IOL position (tilt and decentration) was carried out on RTVue OCT (Optovue, USA). Aberrometry was carried out on the OPD-Scan III, a comparative assessment of the wavefront indicators was performed: the mean square error of the total wavefront (Total RMS), general internal aberrations, tilt aberrations — “tilt”, total high-order aberrations “high”, oblique ray aberrations “Coma”. **Results.** Indicators of the IOL position. The main group. The average value of the angle of inclination in the horizontal meridian of the IOL was $3.07 \pm 0.35^\circ$, in the vertical meridian $2.35 \pm 0.25^\circ$. The decentration relative to the center of the pupil was 387.0 ± 3.4 μm in the horizontal meridian, 443.0 ± 4.3 μm in the vertical meridian. The comparison group. The average value of the angle of inclination in the horizontal meridian of the IOL was $3.04 \pm 0.35^\circ$, in the vertical meridian $1.43 \pm 0.13^\circ$. The decentration relative to the center of the pupil was 190.0 ± 2.8 μm in the horizontal meridian, 259.0 ± 3.4 μm in the vertical meridian. Aberrometry indicators. The main group: total RMS 0.52 ± 0.04 , total internal aberrations 0.96 ± 0.04 , tilt aberrations — “tilt” 0.31 ± 0.02 , total high-order aberrations “high” 0.29 ± 0.01 , oblique ray aberrations “Coma” 0.201 ± 0.010 . The comparison group: total RMS 0.29 ± 0.03 , total internal aberrations 0.66 ± 0.08 , tilt aberrations — “tilt” 0.202 ± 0.02 , total high-order aberrations “high” 0.19 ± 0.07 , oblique ray aberrations “Coma” 0.088 ± 0.010 . The differences in the compared groups were significant ($p < 0.05$). The calculation of the correlation coefficient, when comparing the parameters of IOL decentration and the quantitative characteristics of aberrations, revealed a weak positive dependence, which indicates a slight influence of the obtained IOL decentration parameters on both internal aberrations and the RMS integral indicator. **Conclusion.** Thus, a comparative assessment of the indicators of the IOL position (tilt / decentration) and the number of wave front aberrations did not reveal a significant correlation. The correct central position of the IOL reduces wavefront aberrations and ensures high quality of vision. The method of suture fixation of the capsule-bag complexes to the iris provides a high functional and qualitative result in a delayed period.

Keywords: IOL suturing to the iris, IOL tilt / decentration, contraction capsular syndrome, aberrometry

For citation: Nikitin V.N., Ivanov D.I. Comparative Assessment of the Influence of the IOL Position on the Aberrometry Parameters after Suture Fixation of the IOL-Capsule Bag Complex to the Iris. *Ophthalmology in Russia*. 2022;19(4):768–773. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2022-4-768-773>

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

There is no conflict of interests

АКТУАЛЬНОСТЬ

Высокие требования пациентов с катарактой к качеству зрения после операции приводят к совершенствованию материалов, моделей и типов имплантируемых интраокулярных линз [1]. В настоящее время факоэмульсификация рассматривается как высокоэффективное и прогнозируемое вмешательство, а в ряде случаев позиционируют данную операцию в том числе как вариант рефракционной хирургии [2, 3]. Неосложненная операция, как правило, обеспечивает высокий функциональный результат, быстрое восстановление и минимальную реабилитацию.

В вопросе о качестве зрения пациента офтальмохирург должен учитывать такие важные элементы, как контрастная чувствительность, глубина фокуса при зрении

вдаль/вблизи, различные фотические феномены при разном уровне освещения¹.

Доказанным фактом влияния на качество зрения является наличие оптических aberrаций.

Аберрация — это любое угловое отклонение узкого параллельного пучка света от точки идеального пересечения с сетчаткой в центре фовеолы при его прохождении через всю оптическую систему глаза [4]. Другими словами, оптическая аберрация возникает в результате искажения изображения, когда лучи света не подчиняются законам, описывающим идеальные оптические системы.

Глаз человека не является безупречным с точки зрения оптики, и даже при остроте зрения 1,0 на сетчатке может

¹ Holladay J.T. Quality of Vision: Essential Optics for the Cataract and Refractive Surgeon. Slack Incorporated; 2006. P. 2–5.

V.N. Nikitin, D.I. Ivanov

Contact information: Nikitin Vladimir N. Wladimir.dok@gmail.com

Comparative Assessment of the Influence of the IOL Position on the Aberrometry Parameters...

769

формироваться более крупное и асимметричное изображение, вызванное различным диаметром зрачка [4, 5]. С увеличением размера зрачка растет количество аберраций.

Особенностью строения глаза с точки зрения оптической системы являются также:

- несовпадение оптической и зрительной осей («угол альфа» около 5 градусов) [6];
- наклон и децентрация оптических центров роговицы и хрусталика [7];
- подвижность глаза, изменение размера зрачка, связанное с различным уровнем освещения и аккомодацией, а также изменение положения центра зрачка, сопровождающее эти явления [8].

При прохождении идеального сферического волнового фронта через такую несовершенную оптическую систему происходит его изменение.

Волновая аберрация — это разница между сферическим волновым фронтом и реальным волновым фронтом². Сравнение параметров этих волн, как правило, осуществляется на уровне зрачка [9]. Если реальный волновой фронт опережает идеальный, волновая аберрация считается положительной, в противном случае — отрицательной. Волновые аберрации являются небольшими величинами и обычно выражаются в микрометрах.

Чтобы стандартизировать и иметь возможность сравнивать различные аберрации волнового фронта, принято представлять их в виде ряда математических полиномиальных функций разных порядков. Наиболее часто используют полиномиальные ряды Цернике и Тейлора [10].

Количественной характеристикой погрешностей оптической системы является RMS (Root mean square) — среднеквадратичное значение ошибок отклонения реального волнового фронта от идеального. Данный параметр включает в себя все аберрации глаза и позволяет оценить их тяжесть [11].

Основные аберрации глаза подразделяются на аберрации низкого порядка (дефокус, регулярный астигматизм), аберрации высокого порядка (сферическая аберрация, искажение, кома, косой астигматизм, другие аберрации высшего порядка), а также на монохроматические и хроматические аберрации [9].

Аберрации низкого порядка (дальнозоркость, миопия и обычный астигматизм) можно исправить при помощи очковой/контактной коррекции. Расфокусировка, размытие изображения, снижение контрастности, возникающие при аберрациях высокого порядка, не поддаются традиционной коррекции [12].

Высокое качество оптической системы возможно, если коэффициенты Цернике близки к нулю, а среднеквадратичное значение ошибок волнового фронта меньше 1/14 длины волны [13].

Несмотря на знания о влиянии аберраций высокого порядка начиная с XIX века, длительное время отсутствовала инструментальная возможность измерения

данной погрешности оптической системы, и только начиная с 1990 г. появились датчики, способные оценивать данные параметры [14].

В настоящее время существуют точные анализаторы волнового фронта, основанные на разных принципах [15].

Нарушение правильного расположения ИОЛ внутри глаза (наклон и децентрация) негативно влияет на зрительные функции, вызывая оптические аберрации, а в некоторых случаях снижает остроту зрения [16].

Фиброзирование капсульного мешка при контрактном капсулярном синдроме иногда приводит к значимому нарушению положения ИОЛ [17].

Основным принципом хирургического лечения дислокации комплекса «ИОЛ — капсульный мешок» (КИКМ) при контрактном капсулярном синдроме является анатомическое восстановление положения ИОЛ, причем используются различные методы фиксации к склере и радужной оболочке [18–22].

Актуальным является оценка качества зрительных функций на основе аберрометрии при использовании определенного метода хирургического лечения контрактного капсулярного синдрома.

Цель исследования: провести сравнительную оценку влияния наклона и децентрации ИОЛ на показатели аберрометрии в отсроченном послеоперационном периоде у пациентов с шовной фиксацией комплекса «ИОЛ — капсульный мешок» к радужной оболочке.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Для решения указанной задачи проанализированы данные аберрометрии 46 пациентов, выделенных в основную группу, после шовной фиксации КИКМ к радужной оболочке вследствие выявленной ранее дислокации смешанного генеза.

Группу сравнения составили 30 пациентов с искусственной без шовной фиксации, имеющие высокую некоррированную остроту зрения (0,8–1,0).

По дизайну исследования показатели обеих групп определяли спустя не менее 5 лет после операции. Пациенты обеих групп имели сферические ИОЛ.

Аберрометрию проводили с помощью прибора OPD-Scan III, работающего по принципу скиаскопии, в виде сканирующего щелевого рефрактометра, позволяющего дифференцировать роговичные и внутренние аберрации.

Была выполнена сравнительная оценка таких показателей волнового фронта, как среднеквадратичная ошибка суммарного волнового фронта (Total RMS), а также внутренние аберрации различных порядков (аберрации наклона — «tilt», суммарные аберрации высокого порядка «high», включающие аберрации кома, трифоил, сферические).

Измерение аберраций проводили при естественном освещении, без мидриаза из-за влияния размера зрачка на выраженность аберраций. Так, при увеличении его размера начинают преобладать аберрации высших порядков. По данным В. Семчишена [23], размер зрачка

² Yanoff M., Ducker J.S. Ophthalmology. Fourth edition. Elsevier Saunders; 2014. P. 76–90.

равный 3,22 мм является оптимальным, т.к. в таком случае среднеквадратичное значение ошибок волнового фронта меньше 1/14 длины волны (критерий Маршала) [24]. И.М. Корниловский и соавт. также упоминают о размере и диафрагмальной функции зрачка как значимом факторе, влияющем на количество аберраций.

Определение положения ИОЛ осуществляли с использованием ОКТ RTVue (Optovue, США) по предложенному методу (заявка на выдачу патента на изобретение RU 2021121464 от 19.07.2021) в двух меридианах.

Из таблицы следует, что основные различия наблюдаются по параметрам децентрации ИОЛ (при $f = 46 + 30 - 2 = 74$ степенях свободы).

Так как основные различия между группами обнаружены по параметрам децентрации в двух меридианах, в основной группе проведен корреляционный анализ данных для определения взаимосвязи параметров децентрации ИОЛ и количественных характеристик аберраций волнового фронта.

Расчет коэффициента корреляции при сравнении параметров децентрации ИОЛ и количественных характеристик аберраций обнаружил слабую положительную

зависимость, что говорит о незначительном влиянии полученных параметров децентрации ИОЛ как на внутренние аберрации, так и на интегральный показатель RMS. Верхние границы значений коэффициента корреляции выявлены при сравнении децентрации в горизонтальном меридиане и «общими внутренними аберрациями высокого порядка» +0,21, а в вертикальном меридиане со значениями «внутренней комы» +0,2.

На диаграмме графически представлено изображение влияния среднеквадратичного значения ошибок волнового фронта (RMS) на максимально скорректированную остроту зрения.

Анализ корреляционной зависимости среднеквадратичного значения ошибок волнового фронта (RMS) и максимально скорректированной остроты зрения в основной группе показывает слабую отрицательную связь (коэффициент корреляции $r = -0,25$), что подтверждает низкое влияние полученных значений аберраций на итоговую остроту зрения.

Дополнительно у пациентов обеих групп проведена пупиллометрия в фотопических и мезопических условиях. Данные измерения проводили для оценки размера

Таблица 1. Параметры положения ИОЛ в исследуемой группе и группе сравнения

Table 1. Parameters of IOL position in the study group and the comparison group

		Исследуемая группа / Study group n = 46	Группа сравнения / Comparison group n = 30	Достоверность различий Validity of differences
Наклон Tilt	Горизонтальный меридиан / Horizontal meridian	3,07 ± 0,35°	3,04 ± 0,35°	$p > 0,05$
	Вертикальный меридиан / Vertical meridian	2,35 ± 0,25°	1,43 ± 0,13°	$p < 0,001$
Децентрация IOL decentration	Горизонтальный меридиан / Horizontal meridian	387,0 ± 3,4 мкм	190,0 ± 2,8 мкм	$p < 0,001$
	Вертикальный меридиан / Vertical meridian	443,0 ± 4,3 мкм	259,0 ± 3,4 мкм	$p < 0,001$

Таблица 2. Количественные характеристики аберраций волнового фронта, мкм

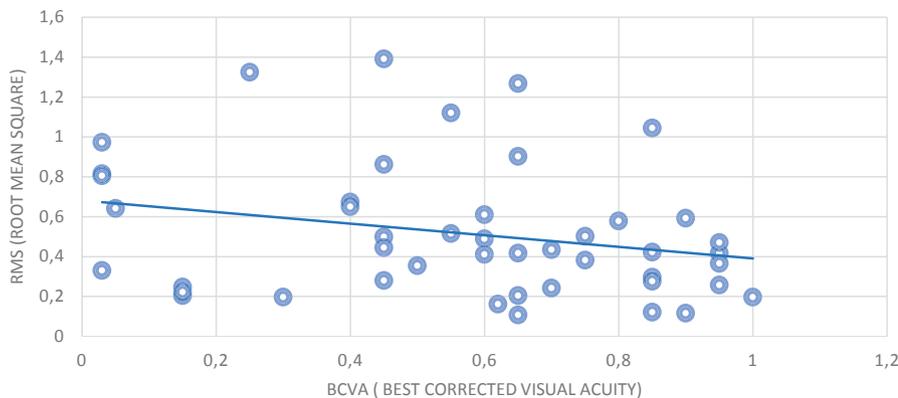
Table 2. Quantitative characteristics of wavefront aberrations, mkm

		Исследуемая группа / Study group n = 46	Группа сравнения / Comparison group n = 30	Достоверность различий Validity of differences
Total RMS		0,52 ± 0,04	0,29 ± 0,03	$p < 0,001$
Внутренние аберрации Internal aberrations	Общие / Total	0,96 ± 0,04	0,66 ± 0,08	$p < 0,05$
	«Tilt»	0,31 ± 0,02	0,202 ± 0,02	$p < 0,001$
	«High»	0,29 ± 0,01	0,19 ± 0,07	$p < 0,05$
	«Coma»	0,201 ± 0,010	0,088 ± 0,010	$p < 0,05$

Таблица 3. Значение коэффициента корреляции при оценке зависимости аберраций волнового фронта и децентрации ИОЛ в основной группе

Table 3. The value of the correlation coefficient when assessing the dependence of wavefront aberrations and IOL decentration in the main group

		Децентрация ИОЛ / IOL decentration	
		Горизонтальный меридиан / Horizontal meridian	Вертикальный меридиан / Vertical meridian
Total RMS		+0,12	+0,13
Внутренние аберрации Internal aberrations	Общие / Total	+0,15	+0,15
	«Tilt»	+0,15	+0,06
	«High»	+0,21	+0,07
	«Coma»	+0,12	+0,2-

Корреляционная диаграмма. $r = -0,25$
Correlation chart

и влияния на диафрагмальную функцию зрачка после шовной фиксации КИКМ к радужной оболочке.

Выявлена минимальная разница в размере зрачка при фотопических и мезопических условиях на 5,9 и 3,6 % в основной и группе сравнения соответственно. Экскурсия зрачка при изменении условий освещения в основной группе составила 14 %, а в группе сравнения — 22 %.

ОБСУЖДЕНИЕ

В современных условиях офтальмохирург при выборе техники при лечении пациентов с дислокацией КИКМ должен учитывать не только возможность анатомического восстановления положения ИОЛ, но и стремиться к достижению наилучшего качества зрения. Неоптимальное положение ИОЛ приводит к снижению контрастной чувствительности, появлению положительных и отрицательных дисфотопсий, а также аберраций волнового фронта. Возможность определения положения ИОЛ и внутренних аберраций при помощи современного оборудования позволяет оценивать результат операции на более высоком уровне.

Наклон и децентрация ИОЛ являются ключевыми параметрами, которые влияют на появление аберраций.

В литературе имеются различные данные относительно возможного изменения положения ИОЛ без ущерба для качества зрения. J. Ale сообщает о допустимом наклоне на 2–3° и децентрации величиной 200–300 мкм [25]. T. Lawu [26] сообщает о децентрации в 500 мкм, вызывающей визуальные симптомы, а более ранние данные компьютерного моделирования демонстрируют значимые зрительные нарушения и появление косого астигматизма при наклоне более 5° и децентрации в 1 мм

и, как следствие, нарушения положения ИОЛ. D. Berler по результатам УБМ задней камеры после склеральной фиксации ИОЛ в цилиарную борозду обнаружил, что анатомическая точность достигается лишь в 55–73 % случаев [28]. При анализе причин неправильного положения ИОЛ автор отмечал изменчивость проекции цилиарной борозды на склеру и отличный от прямого угол прокола иглой склеры.

Отличием шовной фиксации КИКМ к радужной оболочке является меньший риск наклона оптики ИОЛ, т.к. при фиксации плоскость радужки и комплекса «ИОЛ — капсульный мешок» совпадают. Однако нужно стремиться к центральному расположению оптики ИОЛ, ориентируясь на центр зрачка.

Для правильной центрации предлагается использовать инъекционную иглу 30G, которую проводят транссклерально в проекции плоской части цилиарного тела. Подводя иглу под комплекс и поддавливая его вверх, становится возможным визуализировать оптическую часть и гаптические элементы ИОЛ. Рекомендуется также отказаться от интраоперационных мидриатиков для более точного позиционирования ИОЛ [Патент RU 2527912, 18.07.2013].

Немаловажным фактором является сохранность должного размера и диафрагмальной функции зрачка после шовной фиксации КИКМ к радужной оболочке. Так, например, увеличение размера зрачка в 2 раза увеличивает сферическую аберрацию в 16 раз [29]. Техника шовной фиксации ИОЛ к радужной оболочке, предложенная Д.И. Ивановым [патент RU 2402997, 25.06.2009], позволяет обеспечить правильную округлую форму зрачка, сохранить диафрагирующую функцию радужки за счет должного позиционирования шва на радужке и дозированного натяжения при формировании узла

[27]. D. Madrid-Costa пограничным считает значение 400 мкм децентрации и отмечает, что более критичны к изменению положения мультифокальные и асферические ИОЛ по сравнению со сферическими.

Рассматривая методы склеральной фиксации дислоцированного КИКМ, нужно отметить, что отсутствие визуализации цилиарной борозды, а также неровность и вариабельность ее локализации создают риски непредсказуемого положения гапти-

Таблица 4. Диаметр зрачка (мм)

Table 4. Pupil diameter (mm)

		Исследуемая группа / Study group n = 46	Группа сравнения / Comparison group n = 30	Достоверность различий Validity of differences
Размер зрачка Pupil size	Фотопические условия / Photopic conditions	3,56 ± 0,07	3,35 ± 0,09	$p < 0,05$
	Мезопические условия / Mesopic conditions	4,10 ± 0,08	4,25 ± 0,11	$p < 0,05$

(шов располагается на расстоянии 2,5–3,5 мм от зрачкового края, длина стяжка 1–1,5 мм). Полученные данные пупиллометрии в исследовании получили инструментальное подтверждение. Разница по экскурсии зрачка между группами, скорее всего, связана с высокой частотой проявления псевдоэксфолиативного синдрома в основной группе.

ВЫВОДЫ

Таким образом, при сравнительной оценке показателей положения ИОЛ (наклон/децентрация) и количества

аббераций волнового фронта не выявлено значительной корреляции.

Правильное центральное положение ИОЛ снижает абберации волнового фронта и обеспечивает высокое качество зрения.

Метод шовной фиксации КИКМ к радужной оболочке обеспечивает высокий функциональный результат в отсроченном послеоперационном периоде.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Никитин В. Н. — написание текста, техническое редактирование.
Иванов Д. И. — научное редактирование.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Kamiya K., Igarashi A., Hayashi K., Negishi K., Sato M., Bissen-Miyajima H. A multicenter prospective cohort study on refractive surgery in 15 011 eyes. *Am J Ophthalmol.* 2017;175:159–168. DOI: 10.1016/j.ajo.2016.12.009
- Piovella M., Colonal S., Kapp A., Reiter J., van Cauwenberge F., Alfonso J. Patient outcomes following implantation with a trifocal toric IOL: twelve-month prospective multicentre study. *Eye (Lond).* 2019;33(1):144–153. DOI: 10.1038/s41433-018-0076-5
- Kaymak H., Breyer D., Alió J.L., Cochener B. Visual performance with bifocal and trifocal diffractive intraocular lenses: a prospective three-armed randomized multicenter clinical trial. *J Refract Surg.* 2017;33(10):655–662. DOI: 10.3928/1081597X-20170504-04
- Charman W.N. Optics of human eye Visual optics and instrumentation. Florida: CRC Press, 1991. Ch. 1. P. 1–26.
- Pallikaris L.G., Panagopoulou S.L., Siganos C.S., Molebny V.V. Objective measurement of wavefront aberrations with and without accommodation. *J Refract Surg.* 2001 Sep-Oct;17(5):S602–607.
- Uozato H., Guyton D.L. Centering corneal surgical procedures. *Am J Ophthalmol.* 1987 Mar 15;103(3 Pt 1):264–275. Erratum in: *Am J Ophthalmol* 1987 Jun 15;103(6):852. PMID: 3826233
- Mester U., Sauer T., Kaymak H. Decentration and tilt of a single-piece aspheric intraocular lens compared with the lens position in young phakic eyes. *J Cataract Refract Surg.* 2009 Mar;35(3):485–490. DOI: 10.1016/j.jcrs.2008.09.028
- Wilson M.A., Campbell M.C., Simonet P. The Julius F. Neumueller Award in Optics, 1989: change of pupil centration with change of illumination and pupil size. *Optom Vis Sci.* 1992 Feb;69(2):129–136. DOI: 10.1097/00006324-199202000-00006
- Atchison D.A. Recent advances in representation of monochromatic aberrations of human eyes. *Clin Exp Optom.* 2004 May;87(3):138–148. DOI: 10.1111/j.1444-0938.2004.tb03166.x. PMID: 15186204
- Azar D.T., Gatinel D., Thang Hoang-Xuan. Refractive surgery. Second Edition. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2007. P. 10–150.
- Applegate R.A., Hilmantel G., Howland H.C., Tu E.Y., Starck T., Zayac E.J. Corneal first surface optical aberrations and visual performance. *J Refract Surg.* 2000 Sep-Oct;16(5):507–514.
- Marcos S. Image quality of the human eye. *Int Ophthalmol Clin.* 2003 Spring;43(2):43–62. DOI: 10.1097/00004397-200343020-00007
- Marsack J., Milner T., Rylander G., Leach N., Roorda A. Applying wavefront sensors and corneal topography to keratoconus. *Biomed Sci Instrum.* 2002;38:471–476.
- Atchison D.A. Recent advances in measurement of monochromatic aberrations of human eyes. *Clin Exp Optom.* 2005 Jan;88(1):5–27. DOI: 10.1111/j.1444-0938.2005.tb06659.x
- Балашевич Л.И. Рефракционная хирургия. СПб, 2002. 285 с. [Balashevich L.I. Refractive surgery. St. Petersburg, 2002. 285 p. (In Russ.)].
- Hayashi K., Hayashi H., Nakao F., Hayashi F. Correlation between pupillary size and intraocular lens decentration and visual acuity of a zonal-progressive multifocal lens and a monofocal lens. *Ophthalmology.* 2001;108:2011–2017. DOI: 10.1016/S0161-6420(01)00756-4
- Белоноженко Я.В., Сорокин Е.Л. Возможности профилактики дислокации комплекса «ИОЛ — капсульный мешок» у больных с легкой степенью подвывиха хрусталика при выполнении факосмульсификации возрастной катаракты. *Офтальмологические ведомости.* 2012;5(3):42–47. [Belonozhenko Ya.V., Sorokin E.L. Prevention of “IOL — capsular bag” dislocation in patients with mild degree of lens subluxation at the time of cataract phacoemulsification. *Ophthalmology journal = Ophthalmologicheskie ведомosti.* 2012;5(3):42–47 (In Russ.)].
- Hoffman R., Fine I., Packer M. Scleral fixation without conjunctival dissection. *J. Cataract Refract. Surg.* 2006;11(32):1907–1912. DOI: 10.1016/j.jcrs.2006.05.029
- Szurman P., Petermeier K., Aisenbrey S. et al. Z-suture: a new knotless technique for transscleral suture fixation of intraocular implants. *Br. J. Ophthalmol.* 2010;2(94):167–169. DOI: 10.1136/bjo.2009.162180
- Кожухов А.А., Капранов Д.О., Казакова М.В. Наш опыт фиксации заднекамерной ИОЛ после факосмульсификации катаракты, осложненной нарушением капсульной поддержки хрусталика. Клинические случаи. *Российский офтальмологический журнал.* 2018;2(11):54–57. [Kozhuhov A.A., Kapranov D.O., Kazakova M.V. Our experience of fixation of the posterior chamber IOL after phacoemulsification of cataract complicated by a violation of the capsular support of the lens. Clinical cases. *Russian ophthalmological journal = Rossiyskiy oftalmologicheskii zhurnal.* 2018;2(11):54–57 (In Russ.)]. DOI: 10.21516/2072-0076-2018-11-2-54-57
- Иванов Д.И., Кремешков М.В., Бардасов Д.Б. Технология и результаты лечения люксованных и сублюксованных комплексов интраокулярной линзы с капсульным мешком. *Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии.* 2011;4:23–24. [Ivanov D.I., Kremeshkov M.V., Bardasov D.B. Technology and results of treatment of luxated and subluxated complexes of an intraocular lens with a capsular bag. Modern technologies of cataract and refractive surgery = *Sovremennyye tekhnologii kataraktal'noj i refrakcionnoj hirurgii.* 2011;4:23–24. (In Russ.)].
- Soberman U., Pan Q., Daoud Y. Iris suture fixation of subluxated intraocular lenses. *Am. J. Ophthalmol.* 2015;159:353–359. DOI: 10.1016/j.ajo.2014.11.009
- Семчишен В., Мрохен М., Сайлер Т. Оптические aberrации человеческого глаза и их коррекция. *Рефракционная хирургия и офтальмология.* 2003;3(1):5–13. [Semchishen V., Mrokhon M., Saylor T. Optical aberrations of the human eye and their correction. *Refractive surgery and ophthalmology = Refraktsionnaya khirurgiya i oftalmologiya.* 2003;3(1):5–13.
- Marsack J. Applying wavefront sensors and corneal topography to keratoconus. *Biomed. Sci. Instrum.* 2002;38:471–476.
- Ale J.B. Intraocular lens tilt and decentration: A concern for contemporary IOL designs. *Nepal. J. Ophthalmol.* 2011;3:68–77. DOI: 10.3126/nepjoph.v3i1.4281
- Lawu T., Mukai K., Matsushima H., Senoo T. Effects of decentration and tilt on the optical performance of 6 aspheric intraocular lens designs in a model eye. *J. Cataract Refract. Surg.* 2019;45:662–668. DOI: 10.1016/j.jcrs.2018.10.049
- Korynta J., Bok J., Cendelin J., Michalova K. Computer modeling of visual impairment caused by intraocular lens misalignment. *J. Cataract Refract. Surg.* 1999;25:100–105. DOI: 10.1016/S0886-3350(99)80019-4
- Berier D.K., Friedberg M.A. Scleral fixation of posterior chamber intraocular lens implants combined with vitrectomy. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 1991;89: 215–228. discussion 228–234
- Basic and Clinical Science Course, Section 3: Clinical Optics. American Academy of Ophthalmology. 2011–2012.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

АО «Екатеринбургский центр МНТК “Микрохирургия глаза”
Иванов Дмитрий Иванович
доктор медицинских наук, заведующий II хирургическим отделением
ул. Академика Бардина, 4а, Екатеринбург, 620149, Российская Федерация

АО «Екатеринбургский центр МНТК “Микрохирургия глаза”
Никитин Владимир Николаевич
врач-офтальмохирург II хирургического отделения
ул. Академика Бардина, 4а, Екатеринбург, 620149, Российская Федерация

ABOUT THE AUTHORS

Eye Microsurgery Ekaterinburg Center
Ivanov Dmitry I.
MD, head of II Surgical department
A. Bardina str., 4A, Ekaterinburg, 620149, Russian Federation

IRTC Eye Microsurgery Ekaterinburg Center
Nikitin Vladimir N.
ophthalmosurgeon of II Surgical department
A. Bardina str., 4A, Ekaterinburg, 620149, Russian Federation



ЕКАТЕРИНБУРГСКИЙ ЦЕНТР
МНТК «МИКРОХИРУРГИЯ ГЛАЗА»

СОЗВЕЗДИЕ ПРОФЕССИОНАЛОВ



WETLAB

6 – 17 марта, 3 – 14 апреля 2023

**КУРСЫ «СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ХИРУРГИИ КАТАРАКТЫ. ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИЯ», 72 ч
в симуляционном центре Екатеринбургского центра МНТК «Микрохирургия глаза»**

Обучение проводится в рамках совместной деятельности АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза» и ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» МЗ РФ по реализации дополнительных профессиональных образовательных программ.

После прохождения полного курса обучения и успешной итоговой аттестации курсантам выдается документ о повышении квалификации установленного образца с внесением сведений об образовании в Федеральную информационную систему «Федеральный реестр сведений о документах об образовании и/или о квалификации, документах об обучении».

Обучение в Wetlab – это уникальная возможность в кратчайшие сроки освоить современную технологию хирургии катаракты, приобрести профессиональные навыки без тревоги за пациента. Теорию и практику в учебном центре преподают лучшие специалисты ЕЦ МНТК «Микрохирургия глаза» и УГМУ.

Заявку направляйте через сайт Центра:

<https://www.eyeclinic.ru/specialist/obuchenie/zayavka-na-obuchenie/>

Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза»
620149, Россия, г. Екатеринбург, ул. Академика Бардина, 4а.
2310167@mail.ru

www.eyeclinic.ru

Лицензия на образовательную деятельность 90ЛО1 0009411 (рег. № 2348) от 19.08.2016
ФГБУ ВО «УГМУ» МЗ РФ.