

Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов и положения интраокулярной линзы после фемтолазер-ассистированной и стандартной факоэмульсификации катаракты

Куликова И.Л., Тимофеева Н.С.

Чебоксарский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России (428028, г. Чебоксары, пр. Тракторостроителей, 10, Россия)

Автор, ответственный за переписку: Тимофеева Нина Сергеевна, e-mail: nina8820@yandex.ru

Резюме

Современные методы хирургического лечения катаракты обеспечивают высокие функциональные результаты. Изучение положения интраокулярной линзы (ИОЛ) в капсульном мешке может рассматриваться как один из важнейших факторов, оказывающих влияние на конечный визуальный и рефракционный результат операции.

Цель: сравнительный анализ клинико-функциональных результатов и положения интраокулярной линзы в капсульном мешке, а именно децентрации и наклона при выполнении фемтолазер-ассистированной (ФЛЭК) и стандартной факоэмульсификации (ФЭК).

Материалы и методы. Обследовано 57 пациентов (57 глаз). 27 пациентам была выполнена ФЛЭК, 30 пациентам – ФЭК. Проводились стандартные методы исследования, определение положения ИОЛ (децентрации и наклона) в капсульном мешке на приборе OCT-Casia2 (ТОМЕУ, Германия), исследование волнового фронта.

Результаты. Показатели некорригированной и корригированной остроты зрения в группе ФЛЭК ($0,68 \pm 0,18$ и $0,74 \pm 0,2$) имели тенденцию к более высоким показателям, по сравнению с группой ФЭК ($0,58 \pm 0,28$ и $0,65 \pm 0,24$ соответственно). Внутренние аберрации высшего порядка статистически значимо были меньше в группе с фемтолазерным сопровождением: в 3 мм зоне почти в 2 раза ($p = 0,041$), в 5 мм зоне в 1,3 раза ($p = 0,047$). Вертикальная децентрация в группе ФЭК составила $0,217 \pm 0,26$ мм, в группе ФЛЭК – $0,118 \pm 0,05$ мм, вертикальный наклон $0,75 \pm 0,37$ градусов и $0,54 \pm 0,36$ градусов в группе ФЭК и ФЛЭК соответственно.

Заключение. Децентрация и наклон ИОЛ имели тенденцию к более низким показателям в группе ФЛЭК в период наблюдения до 2 месяцев после операции, что сопровождалось меньшими значениями внутренних аберраций высшего порядка.

Ключевые слова: катаракта, интраокулярная линза, децентрация, наклон, аберрации, острота зрения, фемтолазер-ассистированная факоэмульсификация катаракты (ФЛЭК), факоэмульсификация катаракты (ФЭК)

Для цитирования: Куликова И.Л., Тимофеева Н.С. Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов и положения интраокулярной линзы после фемтолазер-ассистированной и стандартной факоэмульсификации катаракты. *Acta biomedica scientifica*. 2019; 4(4): 139-144. doi: 10.29413/ABS.2019-4.4.22

Comparative Analysis of Clinical and Functional Results and Position of Intraocular Lens after Femtolaser-Assisted and Standard Cataract Phacoemulsification

Kulikova I.L., Timofeyeva N.S.

Cheboksary Branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution (10 Traktorstroiteley av., Cheboksary 428028, Russian Federation)

Corresponding author: Nina S. Timofeeva, e-mail: nina8820@yandex.ru

Abstract

Modern surgical treatment of cataracts provides effective results. The study of the position of the intraocular lens (IOL) in the capsule bag can be considered as one of the most important factors influencing the final visual and refractive result of the operation.

Aim: comparative analysis of clinical and functional results and position of the IOL in the capsular bag, namely decentration and tilt, when performing femtolaser-assisted phacoemulsification (FLACS) and standard phacoemulsification (CPCS).

Materials and methods. We surveyed 57 patients (57 eyes). FLACS was performed in 27 patients, CPCS – in 30 patients. Standard methods of research were used, determination of the position of the IOL (decentration and tilt) in the capsular bag on the device OCT-Casia2 (TOMEY, Germany) and study of wave front were conducted.

Results. Comparative analysis of the obtained results showed no significant difference between groups in postoperative visual acuity, however, there was the trend towards higher performance corrected distance visual acuity and uncorrected distance in the group FLACS (0.68 ± 0.18 and 0.74 ± 0.2) compared to the group CPCS (0.58 ± 0.28 and 0.65 ± 0.24). Internal higher order aberrations were significantly low in the group with femtolaser accompaniment: in 3 mm zone almost 2 times ($p = 0.041$), in 5 mm zone 1.3 times ($p = 0.047$). Vertical decentration in a CPCS group made 0.217 ± 0.26 mm, in FLACS group – 0.118 ± 0.05 mm, the vertical tilt – $0.75 \pm 0.37^\circ$ and 0.54 ± 0.36 respectively.

Conclusion. Decentralizations and IOL tilt tended to lower indices in the FLACS during the observation period up to 2 months after the operation, which was accompanied by lower values of higher order internal aberrations.

Key words: cataract, intraocular lens, decentration, tilt, aberration, visual acuity, femtolaser-assisted phacoemulsification (FLACS), phacoemulsification (CPCS)

For citation: Kulikova I.L., Timfeyeva N.S. Comparative analysis of clinical and functional results and position of intraocular lens after femtolasер-assisted and standard cataract phacoemulsification. *Acta biomedica scientifica*. 2019; 4(4): 139-144. doi: 10.29413/ABS.2019-4.4.22

Совершенствование технологий микрохирургического вмешательства, основанное на использовании новейших современных разработок в области медицины, позволило минимизировать хирургическую травму и сделать оперативное лечение катаракты хорошо прогнозируемой процедурой с гарантированным результатом. Концепция применения фемтосекундного лазера в офтальмохирургии заключается в прецизионной точности выполнения основных этапов факоэмульсификации (капсулорексис, факофрагментация, роговичные разрезы), таким образом повышая безопасность и обеспечивая преимущество перед мануальной техникой проведения операции, что является предметом тщательного изучения и исследования во всём мире. При этом цели и задачи в данной области офтальмологии всё больше соответствуют рефракционной хирургии и направлены на получение максимально возможного визуального результата.

В этом аспекте приобретают значение факторы, оказывающие влияние на стабильность положения интраокулярной линзы (ИОЛ) в капсульном мешке, как в раннем, так и отдалённом послеоперационном периоде: эффективная позиция ИОЛ, конструкция ИОЛ (трёхчастная или моноблочная), фиброз передней и задней капсулы хрусталика, децентрация и наклон ИОЛ в капсульном мешке и др. [1, 2]. Покрытие оптической части линзы на протяжении 360° с равномерным перекрытием оптической части линзы способствует симметричному и равномерному распределению сил при сокращении капсульного мешка, что является одним из факторов устойчивого и центрального положения линзы с течением времени. Капсулорексис, превышающий диаметр оптической части линзы, за счёт фибрирования задней капсулы хрусталика может приводить к смещению ИОЛ вперёд и миопическому сдвигу в послеоперационном периоде. В литературе имеются данные о влиянии диаметра капсулорексиса на глубину передней камеры и процесс фибрирования передней капсулы хрусталика, следствием которого может быть наличие гиперметропического сдвига [3, 4].

Таким образом, некоторые авторы определяют диаметр капсулорексиса как один из важных факторов, определяющий дальнейший патогенез функционирования ИОЛ в капсульном мешке и влияющий на рефракционный результат. Вместе с тем децентрация и наклон ИОЛ в капсульном мешке создают дополнительные аберрации, ухудшающие качество полученного зрения. Holliday et al. (2002 г.) было рассчитано критическое значение децентрации и наклона ИОЛ, при котором децентрация составляет 0,4 мм и наклон 5° [5]. Piers et al. (2007 г.) в своих исследованиях указали на больший диапазон – 0,8 мм и 10° соответственно [6]. Данные показатели приобретают особое значение при проведении факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ премиум класса (мультифокальных и торических), а изучение их влияния на визуальные и рефракционные результаты может служить для оптимизации послеоперационных исходов при хирургии катаракты.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведение сравнительного анализа клинико-функциональных результатов и положения ИОЛ в капсульном

мешке, а именно децентрации и наклона, при выполнении капсулорексиса мануально и с помощью фемтосекундного лазера при проведении факоэмульсификации катаракты с имплантацией моноблочных гидрофобных асферических ИОЛ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование включено 57 пациентов (57 глаз), прооперированных по поводу катаракты на базе Чебоксарского филиала ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России. В зависимости от метода операции все пациенты были разделены на две группы. Первую группу составили 27 пациентов с фемтолазерным сопровождением катаракты (ФЛЭК), вторую – 30 пациентов с факоэмульсификацией, выполненной по стандартной технологии (ФЭК). Фемтолазерное сопровождение факоэмульсификации осуществлялось с использованием фемтосекундной установки LenSx («Alcon», США) и факоэмульсификаторов Infinity («Alcon», США) и Stellaris («Bausch + Lomb», США). Средний возраст пациентов в группе ФЛЭК составил $65,61 \pm 11,05$ года, в группе ФЭК – $63,95 \pm 11,79$ года. Всем пациентам имплантирована моноблочная гидрофобная интраокулярная линза (ИОЛ) МИОЛ-2 («Репер-НН», Россия). Средний период наблюдения – два месяца. Все операции выполнялись одним хирургом, имеющим опыт фемтолазерной хирургии катаракты более 200 операций. Исследование остроты зрения проводили до операции, на третий день после операции и через 2 месяца.

В до- и послеоперационном периоде помимо стандартных методов проводилось исследование роговичных и внутренних аберраций (OPD-Scan, «Nidek», Япония), определение положения ИОЛ в капсульном мешке, а именно децентрации и наклона линзы в горизонтальной и вертикальной плоскости, выполненное на приборе OCT-Casia2 (TOMEY, Германия). Определение угла наклона оптической части линзы проводили с использованием линейных и угловых замеров, децентрацию определяли по формуле, вычисляющей разницу смещения оптической части ИОЛ относительно анатомических образований переднего отрезка глаза (патент № 2683932).

В предоперационном периоде не было статистически значимой разницы в предоперационной остроте зрения, длине глаза и плотности катаракты между группами ($p > 0,05$).

Статистическую обработку результатов проводили с использованием программы Statistica 10. Переменные проверены на нормальность распределения по критерию Колмогорова – Смирнова. Использовались параметрические методы анализа: количество наблюдений (n), среднее арифметическое (M), стандартное отклонение (SD). Для сравнения данных до и после операции в пределах одной группы и между исследуемыми группами использовали t -критерий Стьюдента для зависимых и независимых выборок (p). Выбранный критический уровень p равнялся 5 % ($p < 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Во всех случаях оперативное лечение прошло без осложнений. Проведение фемтолазерного этапа опера-

ции было осуществлено в полном объёме с выполнением капсулорексиса заданного диаметра, факофрагментации с использованием паттернов «раскол» и «решётка», и роговичных разрезов. Диаметр оптической части имплантированной модели интраокулярной линзы равнялся 6,0 мм. Оптическая сила имплантированных ИОЛ в обеих группах была сопоставима, диапазон составил от 15 до 27 дптр. Диаметр капсулорексиса, выполненного с использованием фемтолазера, составил 5,4 мм. Размер капсулорексиса, выполненного мануально, варьировал от 4,8 до 5,8 мм.

В обеих группах было зафиксировано статистически значимое повышение показателей остроты зрения на третий день после операции и через 2 месяца после операции в пределах одной группы. В группе ФЛЭК некорригированная острота зрения (НКОЗ) повысилась в среднем на $0,58 \pm 0,07$, корригированная острота зрения (КОЗ) – на $0,43 \pm 0,02$, в группе ФЭК НКОЗ повысилась на $0,49 \pm 0,16$, КОЗ – на $0,36 \pm 0,03$ (табл. 1). Таким образом,

показатели остроты зрения в группе с фемтолазерным сопровождением были выше как в раннем послеоперационном периоде наблюдения, так и через 2 месяца.

При анализе волнового фронта определялась тенденция к меньшим значениям аберраций высших порядков в группе ФЛЭК в раннем послеоперационном периоде и через 2 месяца после операции. Исследование роговичных аберраций высших порядков (НОА) в 3 мм и 5 мм зоне на третий день после операции и через 2 месяца после операции не отличались статистически значимо друг от друга и носили сопоставимый характер (табл. 2). Существенные различия были выявлены при анализе внутренних аберраций высшего порядка в группе ФЛЭК и ФЭК в 3 мм и 5 мм зоне через 2 месяца наблюдения, которые носили статистически значимый характер – $0,36 \pm 0,26$ ($p = 0,047$) и $0,50 \pm 0,43$ ($p = 0,041$) соответственно.

Оценка положения ИОЛ в капсульном мешке относительно горизонтальной и вертикальной плоскости

Таблица 1
Сравнительные данные остроты зрения в группе ФЛЭК и ФЭК до, после и через 2 месяца после операции ($M \pm SD, n = 57$)

Comparative data of visual acuity in the FLACS and CPCS before, after and 2 months after surgery ($M \pm SD, n = 57$)

Исследуемые параметры	НКОЗ до операции	НКОЗ на 3-й день после операции	НКОЗ через 2 мес. после операции	КОЗ до операции	КОЗ на 3-й день после операции	КОЗ через 2 мес. после операции
ФЛЭК ($n = 27$)	$0,1 \pm 0,11$	$0,53 \pm 0,3^*$ ($p = 0,001$)	$0,68 \pm 0,18^*$ ($p = 0,001$)	$0,31 \pm 0,23$	$0,7 \pm 0,25^*$ ($p = 0,002$)	$0,74 \pm 0,25^*$ ($p = 0,001$)
ФЭК ($n = 30$)	$0,09 \pm 0,12$	$0,49 \pm 0,24^*$ ($p = 0,001$)	$0,58 \pm 0,28^*$ ($p = 0,001$)	$0,29 \pm 0,21$	$0,53 \pm 0,25^*$ ($p = 0,001$)	$0,65 \pm 0,24^*$ ($p = 0,001$)
p	0,690	0,501	0,370	0,400	0,050	0,330

Примечание. p – коэффициент Стьюдента; * – отношение данных после операции к данным до операции.

Таблица 2
Роговичные и внутренние аберрации высших порядков (НОА) на 3-й день после операции и через 2 месяца после операции в группе ФЛЭК и ФЭК ($M \pm SD, n = 57$)

Corneal and internal higher order aberrations (HOA) 3 days after surgery and 2 months after surgery in the FLACS and CPCS group ($M \pm SD, n = 57$)

Аберрации	Аберрации высших порядков	ФЛЭК ($n = 27$)	ФЭК ($n = 30$)	p	
3 мм	роговичные	НОА 3 мм после операции	$0,24 \pm 0,18$ (0,069–1,043)	$0,36 \pm 0,55$ (0,03–2,759)	0,100
		НОА 3 мм через 2 мес.	$0,16 \pm 0,2$ (0,059–0,711)	$0,14 \pm 0,12$ (0,034–0,56)	0,220
	внутренние	НОА 3 мм после операции	$0,29 \pm 0,21$ (0,078–0,753)	$0,48 \pm 0,68$ (0,072–2,651)	0,060
		НОА 3 мм через 2 мес.	$0,09 \pm 0,03$ (0,055–0,675)	$0,17 \pm 0,16$ (0,034–0,402)	0,041
5 мм	роговичные	НОА 5 мм после операции	$1,02 \pm 0,96$ (0,104–4,161)	$1,18 \pm 1,29$ (0,169–5,845)	0,600
		НОА 5 мм через 2 мес.	$0,47 \pm 0,16$ (0,254–0,797)	$0,65 \pm 0,35$ (0,256–1,630)	0,070
	внутренние	НОА 5 мм после операции	$0,57 \pm 0,41$ (0,28–1,910)	$1,35 \pm 1,73$ (0,21–6,24)	0,140
		НОА 5 мм через 2 мес.	$0,36 \pm 0,26$ (0,189–1,257)	$0,50 \pm 0,43$ (0,185–2,176)	0,047

Примечание. p – коэффициент Стьюдента.

Таблица 3
Показатели децентрации ИОЛ в раннем послеоперационном периоде и через 2 месяца после операции в группе ФЛЭК и ФЭК ($n = 57$, диапазон, мм)

Indicators of IOL decentralization in the early postoperative period and 2 months after surgery in the FLACS and CPCS group ($n = 57$, range, mm)

Группа	Децентрация					
	вертикальная			горизонтальная		
	на 3-й день после операции	через 2 мес. после операции	p	на 3-й день после операции	через 2 мес. после операции	p
ФЛЭК ($n = 27$)	$0,10 \pm 0,08$ (0,006–0,317)	$0,12 \pm 0,05$ (0,041–0,2165)	0,220	$0,12 \pm 0,08$ (0,014–0,029)	$0,13 \pm 0,12$ (0,038–0,316)	0,793
ФЭК ($n = 30$)	$0,13 \pm 0,10$ (0,001–0,464)	$0,21 \pm 0,26$ (0,001–0,922)	0,140	$0,18 \pm 0,11$ (0,005–0,524)	$0,15 \pm 0,15$ (0,0005–0,548)	0,391
p	0,100	0,040		0,033	0,330	

Примечание. p – коэффициент Стьюдента.

Таблица 4

Показатели наклона ИОЛ в раннем послеоперационном периоде и через 2 месяца после операции в группе ФЛЭК и ФЭК (n = 57, диапазон, градусы)

Table 4

Indicators of IOL tilt in the early postoperative period and 2 months after the surgery in the FLACS and CPCS group (n = 57, range, degrees)

Группа	Наклон					
	вертикальный			горизонтальный		
	на 3-й день после операции	через 2 мес. после операции	p	на 3-й день после операции	через 2 мес. после операции	p
ФЛЭК (n = 27)	0,97 ± 0,67 (0,1–0,9)	0,54 ± 0,36 (0–1,0)	0,010	0,65 ± 0,52 (0–1,9)	0,44 ± 0,27 (0,1–0,9)	0,100
ФЭК (n = 30)	0,93 ± 0,69 (0,1–2,4)	0,75 ± 0,37 (0,2–1,4)	0,150	0,83 ± 0,58 (0–2,5)	0,62 ± 0,62 (0,1–2,4)	0,112
p	0,700	0,045		0,060	0,080	

Примечание. p – коэффициент Стьюдента.

выявила различия между группами. Статистически значимыми были горизонтальная децентрация после операции и вертикальный наклон и децентрация через 2 месяца наблюдения ($p = 0,030$ и $p = 0,045$). При этом показатели вертикального положения ИОЛ (децентрации и наклона) в капсульном мешке значительно отличались между группами ФЛЭК и ФЭК через 2 месяца после операции, децентрация составила $0,12 \pm 0,05$ и $0,21 \pm 0,26$ ($p = 0,040$), наклон – $0,54 \pm 0,36$ и $0,75 \pm 0,37$ ($p = 0,045$) соответственно (табл. 3–4).

ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящем исследовании проводился сравнительный анализ основных послеоперационных показателей: НКОЗ, КОЗ, аберраций высшего порядка и положения ИОЛ в капсульном мешке (децентрации и наклона) между двумя методами проведения фактоэмульсификации: ФЛЭК и ФЭК. Показатели остроты зрения в пределах исследуемой группы в раннем послеоперационном периоде и через 2 месяца были статистически значимо выше в группе ФЛЭК по сравнению с группой ФЭК. Ранний послеоперационный период не выявил статистически значимой разницы в показателях НКОЗ и КОЗ между группами ($p = 0,37$ и $p = 0,33$). Обращая на себя внимание, что при идентичной (сопоставимой) выборке исследуемых групп через 2 месяца показатели остроты зрения были выше в группе ФЛЭК по сравнению с группой ФЭК, НКОЗ составила $0,68 \pm 0,18$ и $0,58 \pm 0,28$ ($p = 0,37$), КОЗ – $0,74 \pm 0,25$ и $0,65 \pm 0,24$ ($p = 0,33$), хоть и разница между группами носила недостоверный характер.

Анализ литературы по данному вопросу выявил противоречивые выводы экспертов, а значит данная тема остаётся по-прежнему актуальной [7, 8, 9]. В литературе имеются исследования, посвящённые влиянию поздней децентрации ИОЛ на рефракционные показатели, а также развитие помутнения задней капсулы хрусталика. Отмечается, что в группе ФЛЭК лучшее положение линзы, обусловленное капсулорексисом, сформированному с помощью фемтолазера, ведёт к незначительному помутнению задней капсулы, а наличие децентрации ИОЛ более 0,4 мм через 1 год вызывали изменения рефракции в 0,25 дптр [10, 11].

Имеется мнение, что на центрированное положение ИОЛ оказывают влияние два основных фактора: непрерывная капсулотомия и положение гаптических элементов линзы. По данным различных источников, децентра-

ция от 0,1 мм и наклон более 5° может оказывать влияние на качество полученного зрения, наиболее чувствительными из которых являются мультифокальные ИОЛ, так как их функциональность рассчитана на ширину зрачка 3 мм [12]. В настоящем исследовании фемтолазерное сопровождение фактоэмульсификации катаракты позволило во всех случаях сформировать правильно центрированный непрерывный капсулорексис заданного диаметра, в то время как показатели циркулярности мануального капсулорексиса варьировали в различных диапазонах.

Исследование положения ИОЛ в капсульном мешке, а именно децентрации и наклона, в настоящее время возможно с помощью Шаймпфлюг-камеры, определения рефлекса Пуркинье и проведении оптической когерентной томографии (ОСТ) переднего отрезка глаза. Современное диагностическое оборудование, основанное на принципе ОСТ, позволяет получать поперечное изображение переднего отрезка глаза в высоком разрешении, обеспечивая точность измеряемых параметров положения линзы относительно анатомических структур и образований, бесконтактно, в различные сроки после операции. Отличительной особенностью ОСТ Casia2, является определение положения ИОЛ (децентрации и наклона) относительно топографической оси роговицы, в то время как другие исследования в качестве ориентира определяют центр зрачка. Исследование, проведённое с использованием данного прибора, включающее 59 глаз пациентов с ИОЛ, выявило наклон ИОЛ $4\text{--}6^\circ$, децентрацию 0,12 мм, при этом у 7 пациентов наклон составил 7° и 3 глаза имели децентрацию более 0,4 мм [13].

Мы выявили различия как горизонтального, так и вертикального положения ИОЛ между исследуемыми группами. Детальный анализ выявил меньшие значения показателей вертикальной децентрации и вертикального наклона ИОЛ через 2 месяца после операции в группе ФЛЭК по сравнению с ФЭК ($p = 0,040$ и $p = 0,045$ соответственно). Наши результаты совпадают с исследованиями других авторов, также сообщаящих о меньшем наклоне ИОЛ в группе с фемтолазерным формированием капсулорексиса [14]. Следует отметить, что процесс фиброобразования капсульного мешка может продолжаться более 2 месяцев после операции [15]. Так, например, по данным исследований, посвящённых изучению эффективной позиции линзы, осевое поступательное движение оптической части линзы наблюдается до 6 месяцев после операции и может сопровождаться рефракционными

сдвигами [16]. Поэтому окончательное заключение о децентрации и наклоне ИОЛ в капсульном мешке возможно при более длительном периоде наблюдения.

Теоретические расчёты, проведённые на модели глаза, демонстрируют увеличение аберраций высших порядков по мере увеличения децентрации и наклона ИОЛ [17]. По данным литературы, применение фемтосекундного лазера обеспечивает меньшее индуцирование аберраций высшего порядка, в частности внутренних аберраций [18, 19]. Результаты исследования роговичных и внутренних аберраций выявили тенденцию к меньшим значениям в группе ФЛЭК, при этом статистически значимыми были различия внутренних аберраций высшего порядка в 3 и 5 мм зоне между группами через 2 месяца после операции.

Для окончательных выводов необходимо проведение дальнейшего наблюдения в течение периода наблюдения 6 месяцев и более.

ВЫВОДЫ

1. Сравнительный анализ полученных результатов не выявил статистически значимой разницы между группами в послеоперационной остроте зрения, однако была выявлена тенденция к более высоким показателям НКОЗ и КОЗ в группе ФЛЭК, которые через 2 месяца составили $0,68 \pm 0,18$ и $0,58 \pm 0,28$, $0,74 \pm 0,2$ и $0,65 \pm 0,24$ в группах ФЛЭК и ФЭК соответственно.

2. Применение фемтолазера обеспечивает меньшее индуцирование аберраций высших порядков, в частности внутренних аберраций в 3 мм зоне почти в 2 раза, и в 5 мм зоне – в 1,3 раза.

3. В группе ФЛЭК децентрация и наклон ИОЛ имели тенденцию к более низким показателям в период наблюдения до 2 месяцев после операции. Максимальные показатели вертикальной децентрации выявлены в группе ФЭК – $0,21 \pm 0,26$ мм, в группе ФЛЭК они составили $0,12 \pm 0,05$ мм, вертикальный наклон – $0,75 \pm 0,37$ и $0,54 \pm 0,36$ градусов в группе ФЛЭК и ФЭК соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

- Crnej A, Hirschall N, Nishi Y, Gangwani V, Tabernero J, Artal P, et al. Impact of intraocular lens haptic design and orientation on decentration and tilt. *J Cataract Refract Surg.* 2011; 37(10): 1768-1774. doi: 10.1016/j.jcrs.2011.04.028
- Nagy ZZ, Kránitz K, Takacs AI, Miháltz K, Kovács I, Knorz MC. Comparison of intraocular lens decentration parameters after femtosecond and manual capsulotomies. *J Refract Surg.* 2011; 27(8): 564-569. doi: 10.3928/1081597x-20110607-01
- Cekic O, Batman C. The relationship between capsulorhexis size and anterior chamber depth relation. *Ophthalmic Surg Lasers.* 1999; 30(9): 185-190.
- Davison JA. Capsule contraction syndrome. *J Cataract Refract Surg.* 1993; 19(5): 582-589. doi: 10.1016/S0886-3350(13)80004-1
- Holladay JT, Piers PA, Koranyi G, van der Mooren M, Norrby NE. A new intraocular lens design to reduce spherical aberration of pseudophakic eyes. *J Refract Surg.* 2002; 18(6): 683-691.
- Piers PA, Weeber HA, Artal P, Norrby S. Theoretical comparison of aberration-correcting customized and aspheric intraocular lenses. *J Refract Surg.* 2007; 23(4): 374-384.
- Whang WJ, Yoo YS, Joo CK, Yoon G. Comparison of refractive outcomes between femtosecond laser-assisted cataract surgery and conventional cataract surgery. *Medicine (Baltimore).* 2018; 97(52): e13784. doi: 10.1097/md.00000000000013784
- Roberts HW, Wagh VK, Sullivan DL, Hidzheva P, Detesan DI, Heemraz BS, et al. A randomized controlled trial comparing

femtosecond laser-assisted cataract surgery versus conventional phacoemulsification surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2019; 45(1): 11-20. doi: 10.1016/j.jcrs.2018.08.033

9. Conrad-Hengerer I, Al Sheikh M, Hengerer FH, Schultz T, Dick HB. Comparison of visual recovery and refractive stability between femtosecond laser-assisted cataract surgery and standard phacoemulsification: six-month follow-up. *J Cataract Refract Surg.* 2015; 41(7): 1356-64. doi: 10.1016/j.jcrs.2014.10.044

10. Okada M, Hersh D, Paul E, van der Straaten D. Effect of centration and circularity of manual capsulorhexis on cataract surgery refractive outcomes. *Ophthalmology.* 2014; 121(3): 763-770. doi: 10.1016/j.ophtha.2013.09.049

11. Kovács I, Kránitz K, Sándor GL, Knorz MC, Donnenfeld ED, Nuijts RM, et al. The effect of femtosecond laser capsulotomy on the development of posterior capsule opacification. *J Refract Surg.* 2014; 30(3): 154-158. doi: 10.3928/1081597x-20140217-01

12. Ale JB. Intraocular lens tilt and decentration: A concern for contemporary IOL designs. *Nepal Ophthalmol.* 2011; 3(1): 68-77. doi: 10.3126/nepjoph.v3i1.4281

13. Kimura S, Morizane Y, Shiode Y, Hirano M, Doi S, Toshima S, et al. Assessment of tilt and decentration of crystalline lens and intraocular lens relative to the corneal topographic axis using anterior segment optical coherence tomography. *PLoS One.* 2017; 12(9): e0184066. doi: 10.1371/journal.pone.0184066

14. Whang WJ, Yoo YS, Joo CK, Yoon G. Comparison of refractive outcomes between femtosecond laser-assisted cataract surgery and conventional cataract surgery. *Medicine (Baltimore).* 2018; 97(52): e13784. doi: 10.1097/MD.00000000000013784

15. Егорова Э.В. Полянская Е.Г., Морозова Т.А., Узунян Д.Г. Оценка состояния капсульного мешка и положения ИОЛ после фактоэмульсификации катаракты симплантацией ИОЛ методом ультразвуковой биомикроскопии. *Офтальмохирургия.* 2011; 2: 54-58.

16. Koepl C, Findl O, Kriechbaum K, Buehl W, Wirtitsch M, Menapace R, et al. Postoperative change in effective lens position of a 3-piece acrylic intraocular lens. *J Cataract Refract Surg.* 2003; 29(10): 1974-1979. doi: 10.1016/S0886-3350(02)02049-7

17. Eppig T, Scholz K, Löffler A, Meßner A, Langenbacher A. Effect of decentration and tilt on the image quality of aspheric intraocular lens designs in a model eye. *J Cataract Refract Surg.* 2009; 35(6): 1091-1100. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.01.034

18. Куликов И.В., Паштаев Н.П. Сравнительный анализ рефракционных данных, аберраций высшего порядка и зрительных функций после стандартной фактоэмульсификации и фактоэмульсификации с фемтолазерным сопровождением. *Современные технологии в офтальмологии.* 2016; 12(4): 125-127.

19. Miháltz K, Knorz MC, Alió JL, Takacs AI, Kránitz K, Kovács I, et al. Internal aberrations and optical quality after femtosecond laser anterior capsulotomy in cataract surgery. *J Refract Surg.* 2011; 27(10): 711-716. doi: 10.3928/1081597x-20110913-01

REFERENCES

- Crnej A, Hirschall N, Nishi Y, Gangwani V, Tabernero J, Artal P, et al. Impact of intraocular lens haptic design and orientation on decentration and tilt. *J Cataract Refract Surg.* 2011; 37(10): 1768-1774. doi: 10.1016/j.jcrs.2011.04.028
- Nagy ZZ, Kránitz K, Takacs AI, Miháltz K, Kovács I, Knorz MC. Comparison of intraocular lens decentration parameters after femtosecond and manual capsulotomies. *J Refract Surg.* 2011; 27(8): 564-569. doi: 10.3928/1081597x-20110607-01
- Cekic O, Batman C. The relationship between capsulorhexis size and anterior chamber depth relation. *Ophthalmic Surg Lasers.* 1999; 30(9): 185-190.
- Davison JA. Capsule contraction syndrome. *J Cataract Refract Surg.* 1993; 19(5): 582-589. doi: 10.1016/S0886-3350(13)80004-1
- Holladay JT, Piers PA, Koranyi G, van der Mooren M, Norrby NE. A new intraocular lens design to reduce spherical aberration of pseudophakic eyes. *J Refract Surg.* 2002; 18(6): 683-691.

6. Piers PA, Weeber HA, Artal P, Norrby S. Theoretical comparison of aberration-correcting customized and aspheric intraocular lenses. *J Refract Surg.* 2007; 23(4): 374-384.
7. Whang WJ, Yoo YS, Joo CK, Yoon G. Comparison of refractive outcomes between femtosecond laser-assisted cataract surgery and conventional cataract surgery. *Medicine (Baltimore).* 2018; 97(52): e13784. doi: 10.1097/md.00000000000013784
8. Roberts HW, Wagh VK, Sullivan DL, Hidzheva P, Detesan DI, Heemraz BS, et al. A randomized controlled trial comparing femtosecond laser-assisted cataract surgery versus conventional phacoemulsification surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2019; 45(1): 11-20. doi: 10.1016/j.jcrs.2018.08.033
9. Conrad-Hengerer I, Al Sheikh M, Hengerer FH, Schultz T, Dick HB. Comparison of visual recovery and refractive stability between femtosecond laser-assisted cataract surgery and standard phacoemulsification: six-month follow-up. *J Cataract Refract Surg.* 2015; 41(7): 1356-64. doi: 10.1016/j.jcrs.2014.10.044
10. Okada M, Hersh D, Paul E, van der Straaten D. Effect of centration and circularity of manual capsulorrhexis on cataract surgery refractive outcomes. *Ophthalmology.* 2014; 121(3): 763-770. doi: 10.1016/j.ophtha.2013.09.049
11. Kovács I, Kránitz K, Sándor GL, Knorz MC, Donnenfeld ED, Nuijts RM, et al. The effect of femtosecond laser capsulotomy on the development of posterior capsule opacification. *J Refract Surg.* 2014; 30(3): 154-158. doi: 10.3928/1081597x-20140217-01
12. Ale JB. Intraocular lens tilt and decentration: A concern for contemporary IOL designs. *Nepal Ophthalmol.* 2011; 3(1): 68-77. doi: 10.3126/nepjoph.v3i1.4281
13. Kimura S, Morizane Y, Shiode Y, Hirano M, Doi S, Toshima S, et al. Assessment of tilt and decentration of crystalline lens and intraocular lens relative to the corneal topographic axis using anterior segment optical coherence tomography. *PLoS One.* 2017; 12(9): e0184066. doi: 10.1371/journal.pone.0184066
14. Whang WJ, Yoo YS, Joo CK, Yoon G. Comparison of refractive outcomes between femtosecond laser-assisted cataract surgery and conventional cataract surgery. *Medicine (Baltimore).* 2018; 97(52): e13784. doi: 10.1097/MD.00000000000013784
15. Egorova EV, Polyanskaya EG, Morozova TA, Uzunyan DG. Evaluation of capsular bag status and IOL position after cataract phacoemulsification with IOL implantation using ultrasound biomicroscopy. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery.* 2011; 2: 54-58. (In Russ.)
16. Koeppl C, Findl O, Kriechbaum K, Buehl W, Wirtitsch M, Menapace R, et al. Postoperative change in effective lens position of a 3-piece acrylic intraocular lens. *J Cataract Refract Surg.* 2003; 29(10): 1974-1979. doi: 10.1016/S0886-3350(02)02049-7
17. Eppig T, Scholz K, Löffler A, Meßner A, Langenbacher A. Effect of decentration and tilt on the image quality of aspheric intraocular lens designs in a model eye. *J Cataract Refract Surg.* 2009; 35(6): 1091-1100. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.01.034
18. Kulikov IV, Pashtaev NP. Comparative analysis of refractive data, higher order aberrations and visual functions after standard phacoemulsification and phacoemulsification with femtolaser accompaniment. *Sovremennye tekhnologii v oftalmologii.* 2016; 12(4): 125-127. (In Russ.)
19. Miháltz K, Knorz MC, Alió JL, Takács AI, Kránitz K, Kovács I, et al. Internal aberrations and optical quality after femtosecond laser anterior capsulotomy in cataract surgery. *J Refract Surg.* 2011; 27(10): 711-716. doi: 10.3928/1081597X-20110913-01

Сведения об авторах

Куликова Ирина Леонидовна – доктор медицинских наук, заместитель директора по лечебной работе, Чебоксарский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, e-mail: koulikovail@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5320-8524>
Тимофеева Нина Сергеевна – врач-офтальмолог катарактального отделения, Чебоксарский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, e-mail: nina8820@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4048-4463>

Information about the authors

Irina L. Kulikova – Dr. Sc. (Med.), Deputy Director for Clinical Work, Cheboksary Branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, e-mail: koulikovail@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5320-8524>
Nina S. Timofeyeva – Ophthalmologist of the Cataract Department, Cheboksary Branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, e-mail: nina8820@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4048-4463>

Статья получена: 29.03.2019. Статья принята: 28.05.2019. Статья опубликована: 26.08.2019.
 Received: 29.03.2019. Accepted: 28.05.2019. Published: 26.08.2019.