

## Оптимизация фрагментации ядра хрусталика при факоэмульсификации у больных псевдоэкзофолиативным синдромом



В.М. Малов



А.В. Золотарев



Е.Б. Ерошевская



И.В. Малов



А.Е. Горбунов

ФГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
ул. Чапаевская, 89, Самара, 443099, Российская Федерация

### РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2018;15(3):273-279

**Цель.** Сравнительный анализ результатов факоэмульсификации (ФЭК) с использованием разработанной и классической технологии фрагментации ядра хрусталика у больных псевдоэкзофолиативным синдромом (ПЭС). **Пациенты и методы.** Предложена щадящая технология дробления ядра хрусталика у больных ПЭС, позволяющая уменьшить давление на волокна цинновой связки, вероятность повреждения связок и задней капсулы хрусталика, основанная на использовании факофрагментатора оригинальной конструкции. Для определения радиуса кривизны рабочей части инструмента выполнено морфометрическое измерение кривизны экваториальной зоны хрусталиковых ядер, удаленных во время экстракапсулярной и интракапсулярной экстракции катаракты у пациентов с ПЭС и сублюксацией хрусталика. Проведен сравнительный анализ течения операции и результатов хирургического лечения катаракты у больных ПЭС с использованием предложенной ( $n = 58$ ) и стандартной ( $n = 56$ ) технологии фрагментации ядра хрусталика при факоэмульсификации. Оценивали параметры ультразвука: показатели средней мощности в % (AVEUS), средние значения абсолютного времени ультразвука (APT) и средние значения эффективного (EPT) времени ультразвука в секундах при факоэмульсификации; структурно-морфологические изменения заднего эпителия роговицы по данным эндотелиальной микроскопии; частоту и характер осложнений, полученную остроту зрения. **Результаты.** Морфометрия хрусталиковых ядер у пациентов с ПЭС позволила определить средний радиус кривизны экватора ядра, который составил  $2,89 \pm 0,14$  мм, согласно показателям кривой Гаусса —  $2,895-3,530$  мм. Эти данные учтены при выборе радиуса кривизны рабочей части факофрагментатора (радиус кривизны  $3,0$  мм), используемого при ФЭК у пациентов с ПЭС. Предлагаемый чоппер за счет соответствия кривизны рабочей части инструмента и экваториальной зоны катарактального ядра позволяет его надежно фиксировать и измельчать, при этом исключая избыточное давление на связочный аппарат хрусталика у пациентов с ПЭС. Разработанная технология способствует статистически значимому снижению энергетических показателей ультразвука: AVEUS — на  $2,64-10,00$  %; APT — на  $3,38-14,00$  %; EPT — на  $3,76-16,00$  % у пациентов с различной степенью плотности ядра хрусталика; снижению числа операционных и послеоперационных осложнений в 2 раза; в 1,5 раза меньшей потере клеток заднего эпителия роговицы. Острота зрения без коррекции с первых дней после операции была выше  $0,5$  (в среднем  $0,70 \pm 0,05$ ) у всех пациентов и увеличилась в среднем до  $0,91 \pm 0,01$  к 12-му месяцу у пациентов основной и до  $0,85 \pm 0,02$  — контрольной группы. **Заключение.** Разработанная технология фрагментации ядра хрусталика сокращает время проведения факоэмульсификации, снижает ультразвуковую нагрузку, вызывает меньшую потерю клеток заднего эпителия роговицы, снижает возможные осложнения со стороны радужки и цилиарного тела, что повышает эффективность хирургического лечения катаракты у больных ПЭС.

**Ключевые слова:** псевдоэкзофолиативный синдром, факоэмульсификация катаракты, морфометрия ядра хрусталика, фано-чоппер

**Для цитирования:** Малов В.М., Золотарев А.В., Ерошевская Е.Б., Малов И.В., Горбунов А.Е. Оптимизация фрагментации ядра хрусталика при факоэмульсификации у больных псевдоэкзофолиативным синдромом. *Офтальмология*. 2018;15(3):273-279. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-3-273-279>

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

**Конфликт интересов отсутствует**



# Optimization of the Lens Nucleus Fragmentation during Phacoemulsification in Patients with Pseudoexfoliation Syndrome

V.M. Malov, A.V. Zolotarev, E.B. Eroshvskaya, I.V. Malov, A.E. Gorbunov

Samara State Medical University  
Chapaevskaya str., 12, Samara, 443099, Russia

## ABSTRACT

**Ophthalmology in Russia. 2018;15(3):273–279**

**Objective:** Comparative analysis of the results of phacoemulsification (FEC) with the use of developed and classic technologies for fragmentation of the lens nucleus in patients with pseudoexfoliation syndrome (PES). **Patients and methods.** The proposed technology is gentle crushing of the lens nucleus in patients with PES, you can reduce the pressure on the fibers of the zonule, the probability of damage to the ligaments and posterior capsule of the lens based on the use of phacofragmentation original design. To determine the radius of curvature of the working part of the tool a morphometrical measurement of the curvature of the equatorial zone of the lens cores removed during extracapsular and intracapsular cataract extraction in patients with PEX subluxation of the lens was carried out. A comparative analysis of the operation and the results of surgical treatment of cataract in patients with PEX with the use of the proposed (n = 58) and standard (n = 56) technologies of the nucleus fragmentation in phacoemulsification was made. The following ultrasound parameters were estimated: the average capacity in % (AVEUS), the average values of the absolute time ultrasound (APT) and average values of effective (EPT) time of ultrasound, in seconds, during phacoemulsification; structural-morphological changes in the posterior epithelium of the cornea according to the endothelial microscopy; the frequency and nature of complications, the visual acuity. **Results.** Morphometry of the lens nuclei in patients with pseudoexfoliation syndrome allowed to determine the average radius of curvature of the nucleus equator, which is made up  $2.89 \pm 0.14$  mm, according to the performance curve of the Gauss —  $2.895\text{--}3.530$  mm. These data are taken into account when selecting the radius of curvature of the working part of phacofragmentation (the radius of curvature of  $3.0$  mm) used with FEC in patients with PES (Patent RU152761 from 25.05.2015). The proposed chopper due to the conformity of the working part curvature of the tool and the Equatorial zone of cataract kernel can reliably capture and grind it, thus eliminating excessive pressure on the ligaments of the crystalline lens in patients with PES. Developed technology contributes to significantly reduction of the energy performance of ultrasound: AVEUS —  $2.64\text{--}10.00$  %; APT —  $3.38\text{--}14.00$  %; EPT — on  $3.76\text{--}16.00$  % by  $6.76$  % in patients with different of the lens nucleus density degree, decrease operative and postoperative complications twice,  $1.5$  times less cell loss back the corneal epithelium. Visual acuity without correction from the first days after surgery was higher than  $0.5$  (average of  $0.70 \pm 0.05$ ) in all the patients and increased to an average of  $0.91 \pm 0.01$  within 12 months in patients of the main and  $0.85 \pm 0.02$  — control groups. **Conclusion.** The developed technology of fragmentation of the lens nucleus reduces the time of phacoemulsification, reduces the ultrasound load, causes a smaller loss of cells at the back of the corneal epithelium, reduces the possible complications of the iris and ciliary body, which increases the efficiency of surgical treatment of cataract in patients with PEX.

**Keywords:** pseudoexfoliation syndrome, phacoemulsification, morphometry of the lens nucleus, chopper

**For citation:** Malov V.M., Zolotarev A.V., Eroshvskaya E.B., Malov I.V., Gorbunov A.E. Optimization of the Lens Nucleus Fragmentation during Phacoemulsification in Patients with Pseudoexfoliation Syndrome. *Ophthalmology in Russia*. 2018;15(3):273–279. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-3-273-279>

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

**There is no conflict of interests**

## ВВЕДЕНИЕ

Золотым стандартом лечения больных катарактой является ультразвуковая факоэмульсификация (ФЭК) с имплантацией в капсулу мягкой интраокулярной линзы через тоннельный самогерметизирующийся разрез, что позволяет снизить операционную травму и ускорить процесс реабилитации пациентов [1–5].

Однако наличие псевдоэксфолиативного синдрома (ПЭС), встречающегося у 24–70 % больных [6–11], осложняет течение катаракты, снижает функциональный результат операции, затрудняет, а иногда препятствует проведению ФЭК [12–13].

Основными факторами, отягощающими экстракцию катаракты у пациентов с псевдоэксфолиативным синдромом, являются: наличие узкого ригидного зрачка, трудно поддающегося медикаментозному расширению, дегенерация волокон цинновой связки, приводящая к дислокации хрусталика, специфическая эндотелиопатия [45–21]. Наличие нередко крупного плотного буро-

го ядра требует от хирурга значительных усилий при их удалении, что сопровождается повышенной нагрузкой на связочный аппарат хрусталика за счет увеличения и времени фрагментации ядра, и энергии ультразвука, а также вихревых потоков ирригационной жидкости. Определенные сложности вызывают и манипуляции чоппером при фрагментации плотного ядра. Наличие большого по размеру хрусталикового ядра требует от офтальмохирурга использования специальных приспособлений (пинцетов, диссекторов, сплиттеров). При затруднениях фрагментации, во избежание интраоперационных осложнений, переходят к «классическим» методикам удаления катаракты — экстра- и интракапсулярной экстракции. Кроме того, наличие у пациента узкого ригидного зрачка осложняет факофрагментацию и может привести к разрыву капсулы хрусталика, выпадению стекловидного тела, увеличивает травму заднего эпителия роговицы.

**Цель исследования:** сравнительный анализ результатов факоэмульсификации с использованием разрабо-

В.М. Малов, А.В. Золотарев, Е.Б. Ерошевская, И.В. Малов, А.Е. Горбунов

Контактная информация: Малов Владимир Михайлович s\_maluhina@mail.ru

Оптимизация фрагментации ядра хрусталика при факоэмульсификации у больных...

танной и классической технологии фрагментации ядра хрусталика у больных с ПЭС.

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Нами предложена щадящая методика дробления ядра хрусталика у больных ПЭС. Методика основана на применении оригинального факофрагментатора, исключая давление на волокна цинновой связки и надежно фиксирующего ядро хрусталика при его фрагментации. Это в значительной мере снижает вероятность повреждения связок и задней капсулы хрусталика за счет придания определенного радиуса кривизны рабочей части факочоппера. Для этого было проведено морфометрическое исследование радиуса кривизны экваториальной зоны хрусталика у пациентов.

Морфометрическое исследование радиуса кривизны экваториальной зоны хрусталикового ядра проведено у 58 пациентов с псевдоэкзофалиативным синдромом и подвывихом хрусталика в возрасте от 52 до 83 лет (средний возраст  $73,63 \pm 3,68$ ), среди которых было 32 женщины и 26 мужчин после интра- (2) и экстракапсулярной (56) экстракции катаракты.

На рис. 1 изображен срез ядра хрусталика, стрелкой показан радиус кривизны экваториальной зоны.

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью программы Microsoft Office Excel 2007, Statistika версия 6.0.



Рис. 1. Срез ядра хрусталика пациента Б

Fig. 1. The cut of the lens nucleus of the patient B

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Размер радиуса кривизны экваториальной зоны хрусталикового ядра варьировал в диапазоне от 0,99 до 4,55 мм (в среднем  $2,89 \pm 0,14$  мм). При этом радиус кривизны составлял 0,990–1,625 мм у трех; 1,625–2,260 мм — у восьми; 2,260–2,895 мм — у 17; 2,895–3,530 мм — у восьми; 3,530–4,165 мм — у 10; 4,165–4,800 мм — у двух пациентов (средний радиус кривизны  $2,89 \pm 0,14$  мм). Полученные данные были интерпретированы с помощью функции Гаусса, погрешность составила 0,782. Построение нормальной кривой распределения радиуса кривизны

ядра хрусталика для случайно эмпирически полученных величин показало, что центр распределения соответствует среднему арифметическому ряду (2,895–3,530) [21].

Данные измерения радиуса кривизны экваториальной зоны ядра хрусталика были учтены при выборе радиуса кривизны рабочей части факофрагментатора (патент на полезную модель RU 152761, 25.05.2015).

Предложенный факочоппер для дробления ядра хрусталика (рис. 2 и 3) представляет собой микрохирургический инструмент, состоящий из рукоятки (1) и рабочей части (2), соотносящихся под углом в  $105^\circ$  (3), рабочая часть выполнена в виде конической пластины шириной 0,2–0,3 мм, толщиной 0,15 и длиной 20,0 мм, в нижней трети рабочая часть инструмента имеет изгиб в горизонтальной плоскости под углом  $90^\circ$  (4), кончик рабочей части отогнут книзу с радиусом кривизны 3,0 мм. Внутренний край рабочей части инструмента имеет обоюдоострую заточку с длиной сторон 0,1 мм и основанием 0,3 мм.

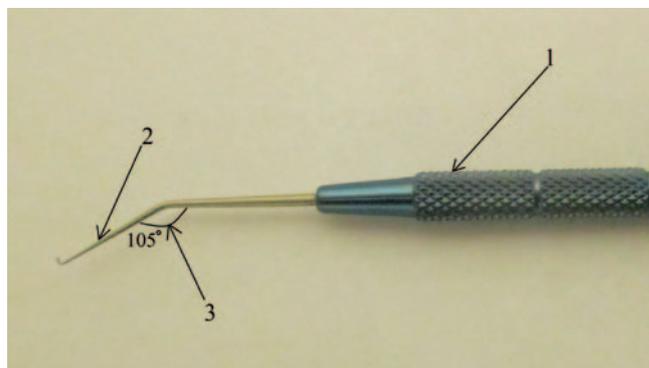


Рис. 2. Устройство для дробления ядра хрусталика (вид сбоку)

Fig. 2. A device for crushing of the lens nucleus (side view)

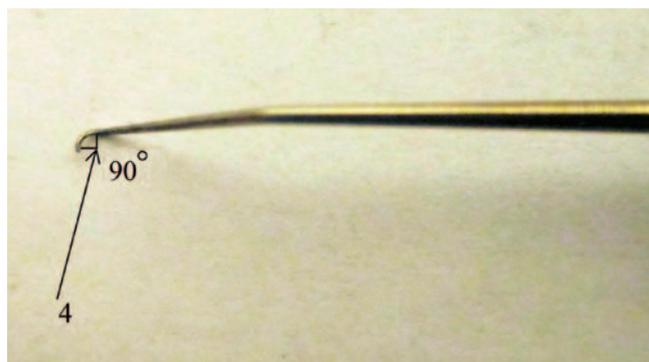


Рис. 3. Устройство для дробления ядра хрусталика (вид сверху)

Fig. 3. A device for crushing of the lens nucleus (top view)

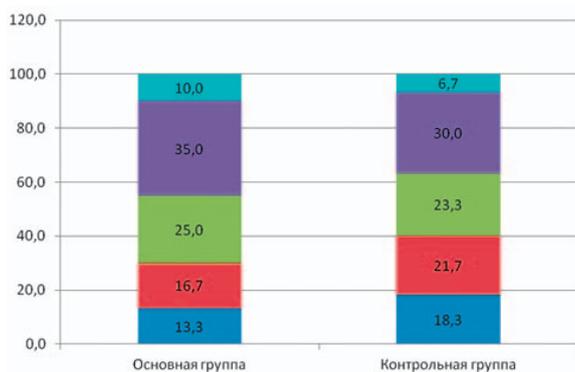
Благодаря изогнутой рабочей части инструмента облегчается захват и фиксация ядра для последующей фрагментации внутри капсулы хрусталика. Чоппер позволяет разделять катарактальное ядро хрусталика различной степени плотности без значительной нагрузки на связочный аппарат, что особенно значимо для больных с ПЭС. Кроме того, исключается вероятность повреждения задней капсулы хрусталика.

**Технология использования чоппера.** После формирования капсулорексиса и выполнения гидродиссекции наконечник факоэмульсификатора внедряют на XII hh в ядро хрусталика, которое слегка приподнимается, находясь как бы во взвешенном состоянии. Факофрагментатор также фиксирует ядро хрусталика на VI hh и разрезает его в вертикальной плоскости. Повторяются контролируемые манипуляции, мелкие фрагменты подвергаются факоэмульсификации и аспирации. Факофрагментация выполняется над задней капсулой, так как ядро удерживается фрагментатором и наконечником факоэмульсификатора во взвешенном состоянии. Разлом ядра и фрагментов осуществляется в зоне зрачка под визуальным контролем хирурга. Операция завершается имплантацией интракапсулярной интраокулярной линзы.

Был проведен сравнительный анализ результатов хирургического лечения катаракты у 114 больных (114 глаз) с использованием предложенной и стандартной технологии фрагментации ядра при факоэмульсификации. У 58 (58 глаз) пациентов основной группы была выполнена оригинальная методика внутрикапсулярного дробления при помощи предлагаемого чоппера.

В группу сравнения вошли 56 (56 глаз) больных, у которых применяли стандартную методику дробления ядра хрусталика «Phaco Chop» по Nagahara (в модификации) с применением традиционного и торсионного ультразвука. Проведен сравнительный анализ результатов факоэмульсификации с помощью предлагаемого факофрагментатора оригинальной конструкции с наиболее часто используемой методикой дробления ядра хрусталика по Nagahara.

Сформированные группы пациентов были идентичны по количеству и исходному состоянию органа зрения. Распределение больных в обеих группах в зависимости от степени плотности ядра хрусталика по Буратто было следующим. В основной группе: I ст. — у 6 пациентов (13,3 %), II ст. — у 7 (16,7 %), III ст. — у 11 (25,0 %), IV ст. — у 15 (35,0 %), V ст. — у 4 (10,0 %). В контрольной



**Рис. 4.** Распределение пациентов основной и контрольной группы по степени плотности катаракты (в процентах)

**Fig. 4.** The distribution of the main and control groups patients according to the degree of density cataract (%)

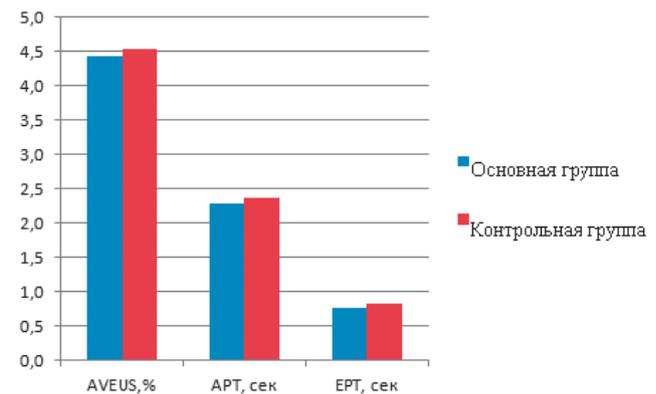
группе: I ст. — у 8 (18,3 %), II ст. — у 10 (21,7 %), III ст. — у 10 (23,3 %), IV ст. — у 13 (30,0 %), V ст. — у 3 (6,7 %) пациентов (рис. 4).

Были проанализированы следующие параметры ультразвука: показатели средней мощности в % (AVEUS), средние значения абсолютного (АРТ) и эффективного (ЕРТ) времени ультразвука в секундах при факоэмульсификации катаракты различной степени плотности.

Во время факоэмульсификации катаракты у пациентов с I степенью плотности ядра хрусталика мы отмечали статистически значимое снижение параметров используемого ультразвука в основной группе по сравнению с контрольной: AVEUS — на 2,64 %, АРТ — на 3,38 %, ЕРТ — на 7,4 % (рис. 5).

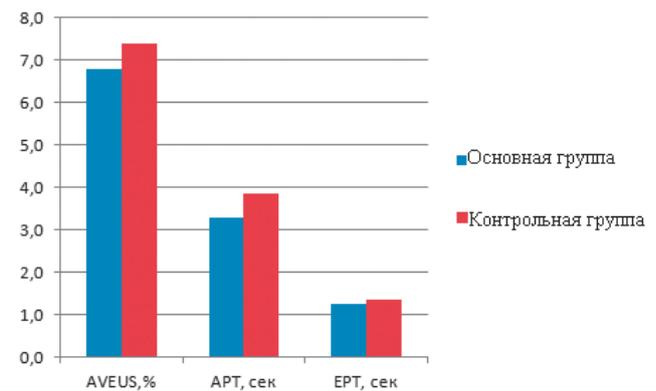
При ФЭК у больных со второй степенью плотности ядра параметры ультразвука достоверно увеличились в обеих группах наблюдения. Однако у пациентов первой группы эти значения были ниже: AVEUS — на 7,86 %, АРТ — на 14 %, ЕРТ — на 5,97 % (рис. 6).

На рис. 7 отображены параметры ультразвука во время факоэмульсификации при III степени плотности



**Рис. 5.** Параметры ультразвука, используемые во время ФЭК у больных при I степени плотности катаракты

**Fig. 5.** The ultrasound parameters used during FEK patients with I degree of the cataract density

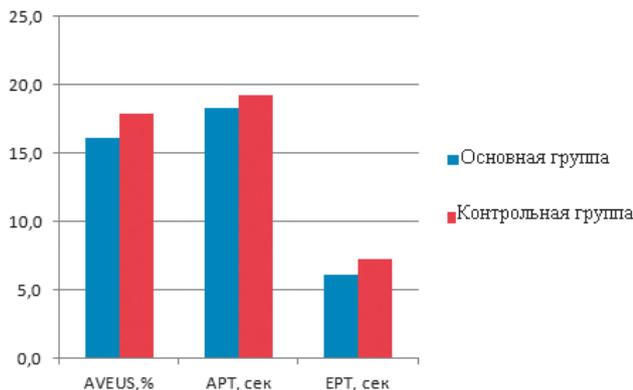


**Рис. 6.** Параметры ультразвука, используемые во время ФЭК при II степени плотности катаракты

**Fig. 6.** The ultrasound parameters used during FEK at the II degree of the cataract density

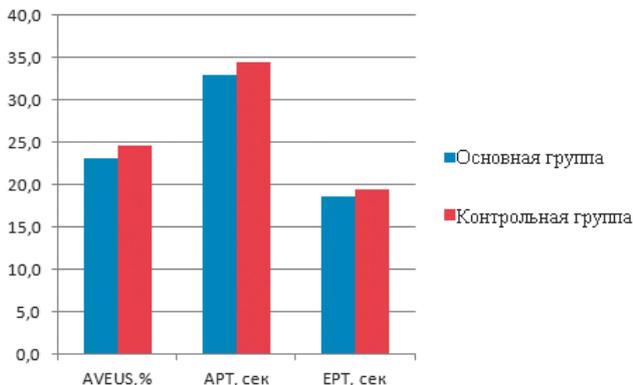
катаракты. Анализ полученных данных свидетельствует о снижении показателей AVEUS на 10,0 %, APT — на 4,94 %, EPT — на 16,0 %.

При оценке средней мощности используемого ультразвука в клинических группах с IV и V степенью плотности катаракты отмечалось снижение показателей у пациентов основной группы по сравнению с контрольной на 6,56 и 7,94 % соответственно. В показателях абсолют-



**Рис. 7.** Параметры ультразвука, используемые во время ФЭК при III степени плотности катаракты

**Fig. 7.** The ultrasound parameters used during FEC at the III degree of the cataract density



**Рис. 8.** Параметры ультразвука, используемые во время ФЭК при IV степени плотности катаракты

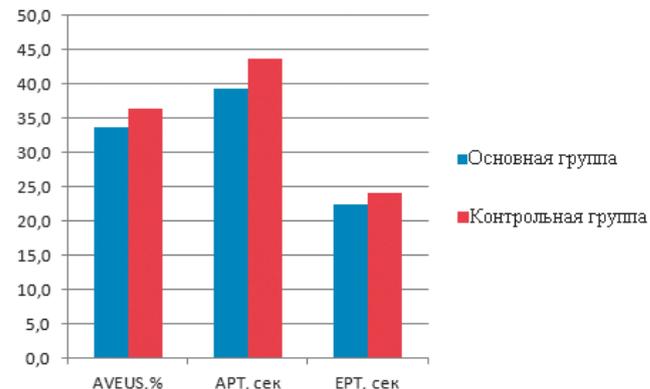
**Fig. 8.** The ultrasound parameters used during FEC at a fourth degree of the cataract density

ного времени ультразвука (АРТ) имело место его сокращение на 4,49 и 9,94 % соответственно. Прослеживалось снижение эффективного времени ультразвука (ЕРТ) на 3,76 и 6,76 % соответственно. На рис. 8 и 9 изображены используемые параметры ультразвука во время ФЭК при IV и V степени плотности катаракты.

Таким образом, применение предложенного факофрагментатора у пациентов с псевдоэксфолиативным синдромом способствует снижению энергетических показателей ультразвука, что особенно значимо у больных при IV и V степени плотности ядра хрусталика.

Структурно-морфологические изменения заднего эпителия роговицы в двух группах оценивали по данным эндотелиальной микроскопии через 1, 3, 6 месяцев после операции. Параметры плотности эндотелиальных клеток роговицы через 1 месяц в обеих группах по сравнению с дооперационными в зависимости от плотности хрусталика отображены в табл. 1.

Динамика потери эндотелиальных клеток роговицы в различные сроки после операции демонстрирует больший процент снижения в группе контроля по сравнению с основной, что особенно значимо при фрагментации плотных хрусталиковых ядер (IV и V степени плотности по Буратто). Это связано с большей затратой энергии ультразвука и наличием эндотелиопатии при псевдоэксфолиативном синдроме.



**Рис. 9.** Параметры ультразвука, используемые во время ФЭК при V степени плотности катаракты

**Fig. 9.** The ultrasound parameters used during FEC at V the cataract density

**Таблица 1.** Динамика потери эндотелиальных клеток роговицы в различные сроки после операции, %

**Table 1.** The dynamics of the endothelial corneal cells loss at different times after the operation, %

Группы больных Group of patients	Сроки наблюдения, мес. The observation period, months	Степень плотности катаракты / The degree of the cataract density				
		I	II	III	IV	V
Основная The main	1	-1,2 ± 0,2	-3,4 ± 0,6	-5,1 ± 0,4	-8,9 ± 0,5	-12,6 ± 0,7
	3	-1,3 ± 0,2	-3,6 ± 0,6	-5,7 ± 0,4	-9,4 ± 0,5	-15,0 ± 0,7
	6	-1,3 ± 0,2	-3,6 ± 0,6	-5,9 ± 0,4	-10,0 ± 0,5	-16,3 ± 0,7
Контрольная Control	1	-1,5 ± 0,2	-4,7 ± 0,6	-7,7 ± 0,4	-13,4 ± 0,5	-16,7 ± 0,7
	3	-1,5 ± 0,2	-4,8 ± 0,6	-8,4 ± 0,4	-15,2 ± 0,5	-19,9 ± 0,7
	6	-1,5 ± 0,2	-4,9 ± 0,6	-8,5 ± 0,4	-16,7 ± 0,5	-22,4 ± 0,7

В табл. 2 приведены характер и анализ частоты интра- и ранних послеоперационных осложнений при различных методиках дробления ядра хрусталика.

**Таблица 2.** Интра- и ранние послеоперационные осложнения

**Table 2.** Intra- and early postoperative complications

Осложнение Complication	Группы пациентов Group of patients	
	основная the main	контрольная control
Отек роговицы Corneal edema	6 (10,3 %)	8 (14,3 %)
Офтальмогипертензия Ocular hypertension	4 (6,9 %)	7 (12,5 %)
Гифема Hyphema	-	1 (1,8 %)
Разрыв задней капсулы Rupture of the posterior capsule	-	3 (5,4 %)
Воспалительная реакция Inflammatory reaction	2 (3,5 %)	4 (7,1 %)
Всего All	12 (20,7 %)	23 (41,1 %)

Операционные осложнения возникли у трех пациентов контрольной группы. Разрыв задней капсулы с выпадением стекловидного тела потребовал проведения передней витрэктомии. Гифема была отмечена у пациентов контрольной группы и вызвана повреждением зрачкового края радужки после применения полимерных крючков-ретракторов при наличии узкого ригидного зрачка. Наиболее частым осложнением в послеоперационном периоде в обеих группах были отек роговицы и гипертензия, которые связаны с наличием плотных хрусталиковых ядер у пациентов с псевдоэксфолиативным синдромом. Более частое — в два раза — развитие осложнений у пациентов контрольной группы было вызвано, по-видимому, использованием более высоких параметров ультразвуковой энергии.

**Таблица 3.** Показатели остроты зрения, астигматизма до и после операции

**Table 3.** Indicators of visual acuity and astigmatism before and after surgery

Показатели Indicators	Группа пациентов Group of patients	Время наблюдения Time of observation					
		до операции before surgery	первые дни first few days	1 мес. 1 month	3 мес. 3 months	6 мес. 6 months	12 мес. 12 months
Острота зрения Acuity	Основная The main	0,11 ± 0,01	0,73 ± 0,04	0,78 ± 0,03	0,84 ± 0,02	0,89 ± 0,01	0,91 ± 0,01
	Контрольная Control	0,11 ± 0,01	0,70 ± 0,05	0,75 ± 0,03	0,80 ± 0,02	0,83 ± 0,02	0,85 ± 0,02
Астигмат. D Astigmat. D	Основная The main	0,82 ± 0,22	1,08 ± 0,40	0,91 ± 0,24	0,79 ± 0,14	0,71 ± 0,12	0,50 ± 0,12
	Контрольная Control	0,81 ± 0,20	1,34 ± 0,35	1,16 ± 0,28	0,98 ± 0,19	0,83 ± 0,19	0,74 ± 0,16

Полученные данные сравнительного анализа результатов лечения катаракты у пациентов с псевдоэксфолиативным синдромом свидетельствуют о том, что предлагаемый способ дробления ядра хрусталика является более щадящим за счет меньшей потери клеток заднего эпителия роговицы (в 1,5 раза), менее выраженной реакции со стороны роговицы, радужки.

Факоэмульсификация катаракты позволила добиться высоких функциональных результатов хирургического лечения у больных обеих групп, которые оказались практически идентичными. Так, острота зрения без коррекции с первых дней после операции была выше 0,5 (в среднем  $0,7 \pm 0,05$ ) и по мере уменьшения величины индуцированного астигматизма увеличилась в среднем до  $0,91 \pm 0,01$  к 12 месяцам. У пациентов основной группы некорректируемая острота зрения была несколько выше, что отражено в табл. 3.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная технология фрагментации ядра хрусталика за счет его надежной фиксации сокращает время проведения факоэмульсификации, снижает ультразвуковую нагрузку, вызывает меньшую потерю клеток заднего эпителия роговицы, уменьшает возможные осложнения со стороны радужки и цилиарного тела, что повышает эффективность хирургического лечения катаракты у больных псевдоэксфолиативным синдромом.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Малов В.М. — концепция и дизайн исследования, сбор материала, написание текста;  
 Золотарев А.В. — редактирование;  
 Ерошевская Е.Б. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста;  
 Малов И.В. — концепция и дизайн исследования, сбор материала;  
 Горбунов А.Е. — сбор и обработка материала, подготовка иллюстраций, написание текста.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Азнабаев Б.М. Ультразвуковая хирургия катаракты — фазоэмульсификация. М., 2005. 136 с. [Aznabaev B.M. Ultrasonic cataract surgery — phacoemulsification M, 2005. 136 p. (In Russ.).]
2. Alio J. Minimizing incisions and minimizing outcomes in cataract surgery. Berlin, 2010. 350 p. DOI: 10.1007/978-3-642-02862-5
3. Chang, David F. Phaco Chop and Advanced Phaco Techniques: Strategies for Complicated Cataracts. 2013. 384 p.
4. Тишкова А.С., Галанжа В.А., Ципяшук А.Ф., Бучарская А.Б., Маслякова Г.Н., Буров А.М., Скрипаль А.В. Исследование структуры и механических свойств капсулы и ядра хрусталика у больных возрастной и диабетической катарактой. *Офтальмология*. 2013;10(3):26–32 [Tishkova A.S., Galanzha V.A., Cipyashuk A.F., Bucharskaya A.B., Maslyakova G.N., Burov A.M., Skripal A.V. Investigation of lens morphology and mechanical characteristics of lens capsule and lens nucleus in patients with aged-related and diabetic cataract. *Ophthalmology = Oftalmologiya*. 2013;10(3):26–32 (In Russ.)]. DOI: 10.18008/1816-5095-2013-3-26-32
5. Сметанкин И.Г. Отдаленные результаты интраокулярной коррекции афакии сверхтонкими интраокулярными линзами. *Российский офтальмологический журнал*. 2014;1:42–44 [Smetankin I.G. Long-term results of intraocular lens correction of aphakia ultrathin intraocular lenses. *Russian ophthalmological journal = Rossiyskiy oftalmologicheskii zhurnal*. 2014;1:42–44 (In Russ.)].
6. Коротких С.А., Гринев А.Г., Свиридова М.Б., Долгополова М.С., Крамаревская Е.В. Частота встречаемости глазных проявлений псевдоэкзофолиативного синдрома у пациентов с катарактой. Анализ тактики и исходов хирургического лечения. *Точка зрения. Восток — Запад*. 2014;1:82. [Korotkih S.A., Grinev A.G., Sviridov M.B., Dolgoplova M.S., Kramarevskaya E.V. The incidence of ocular manifestations of pseudoexfoliation syndrome in cataract patients. Analysis of the tactics and outcomes of surgical treatment. *Point of view. East — West*. 2014;1:82 (In Russ.)].
7. Мальцев, Э.В. Дмитриев С.К., Ковылина И.В. Катаракта у больных с псевдоэкзофолиативным синдромом. *Офтальмологический журнал*. 2005;2:49–55 [Maltsev E.V., Dmitriev S.K., Kovylyina I.V. Cataract in patients with pseudoexfoliation syndrome. *Journal of Ophthalmology (Ukraine) = Oftalmologicheskii zhurnal*. 2005;2:49–55 (In Russ.)].
8. Фролова П.П., Хамитова Г.Х. О частоте псевдоэкзофолиативного синдрома при диспансерном обследовании населения. *Вестник офтальмологии*. 1984;4:3–5 [Frolova P.P., Khamitova G.H. On the frequency of pseudoexfoliation syndrome at clinical examination of the population. *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftalmologii*. 1984;4:3–5 (In Russ.)].
9. Drolsum L., Ringvold B., Nikolaissen B. Cataract and glaucoma surgery in pseudoexfoliation syndrome: a review. *Acta Ophthalmol Scand*. 2008;85:810–821. DOI: 10.1111/j.1600-0420.2007.00903.x
10. Shingleton B.J., Heltzer J., O'Donoghue M.W. Outcomes of phacoemulsification in patients with and without Pseudoexfoliation syndrome. *J Cataract Refract Surg*. 2003;29:1080–1086. DOI: 10.1016/S0886-3350(02)01993-4
11. Shingleton B.J., Nguyen B.K., Eagan E.F., Nagao K., O'Donoghue M.W. Outcomes of phacoemulsification in fellow eyes of patients with unilateral pseudoexfoliation: single — surgeon series. *J Cataract Refract Surg*. 2008;34(2):274–279. DOI: 10.1016/j.jcrs.2007.09.040
12. Малюгин Б.Э., Франковска-Герлак М.З., Чубарь В.С., Шормаз И.Н. Роль топографии анатомических структур передней камеры в развитии нарушений гидродинамики у пациентов с осложненной катарактой на фоне псевдоэкзофолиативного синдрома. *Современные технологии в офтальмологии*. 2016;5:65–67 [Malyugin B.E., Frankovska-Gerlach M.Z., Chubar V.S., Sormaz I.N. The role of the anterior chamber anatomical structures in the development of hydrodynamic disturbances in patients with complicated cataracts with pseudoexfoliation syndrome. *Modern technologies in ophthalmology = Sovremennye tekhnologii v oftalmologii*. 2016;5:65–67 (In Russ.)].
13. Тахчиди Х.П., Баринов Э.Ф., Агафонова В.В. Патология глаза при псевдоэкзофолиативном синдроме. М.: Офтальмология, 2010. 156 с. [Takhchidi H.P., Barinov E.F., Agafonova V.V. Pathology of eyes with pseudoexfoliation syndrome. M.: Ophthalmology 2010. 156 p. (In Russ.)].
14. Jakobsson G., Zetterberg M., Lundström M., Stenevi U., Grenmark R., Sundeline K. Late dislocation of in-the-bag and out-of-the bag intraocular lenses: ocular and surgical characteristics and time to lens repositioning. *J Cataract Refract Surg*. 2010;36:1637–1644. DOI: 10.1007/s10792-014-9996-7
15. Klysiak A., Kaszuba-Bartkowiak K., Jurowski P. Axial Length of the Eyeball Is Important in Secondary Dislocation of the Intraocular Lens, Capsular Bag, and Capsular Tension Ring Complex. *J Ophthalmology*. 2016;(2016). Article ID 6431438, 5 pages. DOI: 10.1155/2016/6431438
16. Naumann G.O., Schlotzer-Schhardt U. Keratopathy in pseudoexfoliation syndrome as a cause of corneal endothelial decompensation: clinicopathologic study. *Ophthalmology*. 2000;(1076):1111–1124. DOI: 10.1155/2015/370371
17. Östern A.E., Sandvik G.F., Drolsum L. Late in-the-bag intraocular lens dislocation in eyes with pseudoexfoliation syndrome. *Acta Ophthalmol*. 2014;92:184–191. DOI: 10.1111/aos.12024
18. Pueringer S.L., Hodge D.O., Erie J.C. Risk of late intraocular lens dislocation after cataract surgery, 1980–2009: a population-based study. *Am J Ophthalmol*. 2011;152: 618–623. DOI: org/10.1016/j.ajo.2011.03.009
19. Rao A. Diurnal curve after phacoemulsification in patients with pseudoexfoliation syndrome and cataract. *Semin Ophthalmol*. 2012;27(2):1–5. DOI: org/10.1007/s40135-016-0113-0
20. Sufi A.R., Singh T., Mufti A.A. Outcome of phacoemulsification in patients with and without pseudoexfoliation syndrome in Kashmir. *BMC Ophthalmol*. 2012;6:12–13. DOI: 10.1186/1471-2415-12-13
21. Малов В.М., Горбунов А.Е., Золотарев А.В., Ерошевская Е.Б. Морфометрия экваториальной зоны удаленных хрусталиковых ядер у пациентов с псевдоэкзофолиативным синдромом. *Медицинский вестник Башкортостана*. 2016;(11)1:104–107 [Malov V.M., Gorbunov A.E., Zolotarev A.V., Eroshetskaya E.B. Morphometry the Equatorial zone remote lenticular nuclei of patients with pseudoexfoliation syndrome. *Bashkortostan Medical Journal = Meditsinskiy vestnik Bashkortostana*. 2016;(11)1:104–107 (In Russ.)].

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ФГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
Малов Владимир Михайлович  
доктор медицинских наук, профессор кафедры офтальмологии  
ул. Чапаевская, 89, Самара, 443099, Российская Федерация

ФГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
Золотарев Андрей Владимирович  
доктор медицинских наук, заведующий кафедрой офтальмологии  
ул. Чапаевская, 89, Самара, 443099, Российская Федерация  
ORCID 0000-0002-6866-7763

ФГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
Ерошевская Елена Брониславовна  
доктор медицинских наук, профессор кафедры офтальмологии  
ул. Чапаевская, 89, Самара, 443099, Российская Федерация

ФГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
Малов Игорь Владимирович  
доктор медицинских наук, заведующий кафедрой глазных болезней института последипломного образования  
ул. Чапаевская, 89, Самара, 443099, Российская Федерация  
ORCID 0000-0003-2874-9585

ФГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
Горбунов Александр Евгеньевич  
аспирант кафедры офтальмологии  
ул. Чапаевская, 89, Самара, 443099, Российская Федерация

## ABOUT THE AUTHORS

Samara State Medical University  
Malov Vladimir M.  
MD, professor  
Chapaevskaya str., 12, Samara, 443099, Russia

Samara State Medical University  
Zolotarev Andrey V.  
MD, professor  
Chapaevskaya str., 12, Samara, 443099, Russia  
ORCID 0000-0002-6866-7763

Samara State Medical University  
Eroshetskaya Elena B.  
MD, professor  
Chapaevskaya str., 12, Samara, 443099, Russia

Samara State Medical University  
Malov Igor V.  
MD, professor  
Chapaevskaya str., 12, Samara, 443099, Russia  
ORCID 0000-0003-2874-9585

Samara State Medical University  
Gorbunov Alexandr E.  
Postgraduate  
Chapaevskaya str., 12, Samara, 443099, Russia

V.M. Malov, A.V. Zolotarev, E.B. Eroshetskaya, I.V. Malov, A.E. Gorbunov

Contact information: Malov Vladimir M. s\_maluhina@mail.ru

Optimization of the Lens Nucleus Fragmentation during Phacoemulsification in Patients...