

Коррекция остаточной аметропии после факоэмульсификации катаракты. Часть 1. Кераторефракционные подходы



К.Б. Першин



Н.Ф. Пашинова



А.Ю.Цыганков



Е.П. Гурмизов



Л.В. Баталина

Офтальмологический центр «Эксимер»
ул. Марксистская, 3, стр. 1, Москва, 109147, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2017;14(1):18–26

В обзоре, состоящем из двух частей, представлен анализ литературных данных по хирургическим методам коррекции остаточной псевдофакической аметропии после факоэмульсификации катаракты. Подробно рассмотрены кераторефракционные и интраокулярные подходы. Проведено сопоставление эффективности и безопасности различных групп методов на примере сравнительных исследований. Исторически более ранние кераторефракционные методы (лазерная коррекция зрения методами LASIK и ФРК на интактных глазах, LASIK после имплантации мультифокальных ИОЛ и аркуатная кератотомия после ФЭК) показаны для коррекции астигматической аметропии и небольшой сферической аметропии. Интраокулярные методы, включающие замену ИОЛ и имплантацию «piggyback» ИОЛ, применяются для коррекции большой сферической аметропии. Внедрение новой технологии — имплантации светорегулируемых (light-adjustable) ИОЛ позволит расширить существующие показания и обеспечить большую прогнозируемость и эффективность метода коррекции остаточной аметропии.

Ключевые слова: остаточная аметропия, факоэмульсификация катаракты, LASIK, замена ИОЛ, piggyback ИОЛ, светорегулируемые ИОЛ

Для цитирования: Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю., Гурмизов Е.П., Баталина Л.В. Коррекция остаточной аметропии после факоэмульсификации катаракты. Часть 1. Кераторефракционные подходы. *Офтальмология*. 2017;14(1):18–26. DOI: 10.18008/1816-5095-2017-1-18-26

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

Конфликт интересов отсутствует

Management of Residual Refractive Error after Cataract Phacoemulsification. Part 1. Keratorefractive Approaches

K.B. Pershin, N.F. Pashinova, A.Yu. Tsygankov, E.P. Gurmizov, L.V. Batalina
Excimer Eye Centre, Marksistskaya str. 3/1, Moscow, 109147, Russia

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2017;14(1):18–26

The review presents an analysis of the literature data on the methods of surgical correction of residual refractive error after cataract phacoemulsification. Keratorefractive and intraocular approaches are considered in details. A comparison of the efficacy and safety of different groups of methods on the example of comparative studies is given. Historically earlier keratorefractive methods (laser vision correction with LASIK and PRK techniques on intact eyes, LASIK after implantation of multifocal IOLs and arcuate keratotomy after phaco) are indicated for the correction of astigmatic refractive error and a small spherical refractive error. Intraocular methods, including the replacement of the IOL and “piggyback” IOLs implantation are used to correct a large spherical refractive error. The introduction of new technology, the implantation of light-adjustable IOLs, will expand the existing evidence and provide greater predictability and efficiency of the method of correction of residual refractive error.

Keywords: residual refractive error, cataract phacoemulsification, LASIK, IOL exchange, piggyback IOL, light-adjustable IOL

For citation: Pershin K.B., Pashinova N.F., Tsygankov A.Yu., Gurmizov E.P., Batalina L.V. Management of Residual Refractive Error after Cataract Phacoemulsification. Part 1. Keratorefractive Approaches. *Ophthalmology in Russia*. 2017;14(1):18–26. DOI: 10.18008/1816-5095-2017-1-18-26

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

There is no conflict of interests

ВВЕДЕНИЕ

Хирургия катаракты входит в число наиболее частых операций в мире. В Российской Федерации ежегодно проводят до 500 тыс. ультразвуковых операций по удалению катаракты [1]. Рефракционный результат после хирургии катаракты играет решающую роль в определении степени удовлетворенности пациента, а неблагоприятный исход может приводить к различным медико-юридическим последствиям для врача и медицинской организации [2, 3].

Усилия исследователей в данной области позволили существенно оптимизировать рефракционные результаты после хирургии катаракты. Например, формулы для расчета оптической силы ИОЛ третьего, четвертого и пятого поколения значительно точнее более ранних формул и доступны для большего числа пациентов, которым планируется кераторефракционное вмешательство [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. Продолжается разработка и апробация новых формул для расчета ИОЛ при нестандартных ситуациях, включающих глаза с большой и малой аксиальной длиной, наличие кератоконуса, состояние после перенесенной кератопластики и пр. [11,12]. Вместе с тем, даже в руках опытного хирурга рефракционный результат после факоэмульсификации катаракты может быть незапланированным из-за целого ряда факторов [13, 14].

В связи с вышеизложенным анализ доступных на сегодняшний день вариантов коррекции аметропии является актуальной задачей для катарактальной и рефракционной хирургии. Представленный обзор литературы состоит из трех частей. В первой части рассматриваются существующие кераторефракционные вмешательства для коррекции псевдофакичной аметропии, во второй — интраокулярные хирургические манипуляции с акцентом на новые технологии, в третьей проводится сопоставление кераторефракционных и интраокулярных подходов.

К **кераторефракционным подходам** в коррекции псевдофакичной аметропии относят (1) лазерную коррекцию зрения методом лазерного кератомилеза *in situ* (LASIK) или фоторефракционную кератэктомия (ФРК), (2) лазерную коррекцию зрения после имплантации мультифокальной ИОЛ и (3) аркуатную кератотомию после хирургии катаракты.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ КЕРАТОРЕФРАКЦИОННАЯ ХИРУРГИЯ НА ПСЕВДОФАКИЧНЫХ ГЛАЗАХ ИЛИ ПЕРВИЧНАЯ ХИРУРГИЯ НА ИНТАКТНЫХ ГЛАЗАХ?

Подтвержденная безопасность, эффективность, предсказуемость и стабильность эксимерлазерной хирургии для коррекции широкого спектра рефракционных нарушений позволяют отнести LASIK и ФРК к клинически доказанным способам коррекции псевдофакичной аметропии [15]. Сочетание кераторефракционной хирургии с интраокулярной коррекцией как комплексный подход, названный «биооптикой», впервые внедрен в конце 90-х

годов J. Güell, M. Vázquez [16]. Биооптика позволяет комбинировать ИОЛ (факичную или псевдофакичную) с кераторефракционной хирургией, что особенно актуально для пациентов с миопией высокой степени [17]. Использование ИОЛ корригирует большую часть сферической аметропии, при этом оставшиеся сферический и цилиндрический компоненты устраняются после выполнения LASIK или ФРК без ущерба для ремоделированного профиля роговицы при аметропии высокой степени и качества зрения, что отмечается при использовании только кераторефракционного подхода [18].

Первичные и последовательные кераторефракционные вмешательства у пациентов после удаления катаракты являются тождественными, однако имеют и ряд отличий. В среднем пациенты, которым необходима коррекция аметропии после удаления катаракты, старше пациентов, которым проводили рефракционные вмешательства, на два десятилетия, что обуславливает меньшую прогнозируемость и эффективность хирургического вмешательства [19, 20, 21]. Старший возраст пациентов также делает их более расположенными к нарушениям, касающимся слезной пленки после эксимерлазерной хирургии [22]. В отличие от большинства пациентов после рефракционных вмешательств, у пациентов с катарактой выполняют, по меньшей мере, два роговичных разреза при хирургии катаракты, а в дальнейшем — и дополнительный разрез при необходимости коррекции астигматизма. Помимо потенциального влияния на рефракционный результат данные разрезы могут осложнить как формирование роговичного лоскута при выполнении LASIK в ранние сроки после первого хирургического вмешательства, так и воздействовать на сам лоскут при использовании как фемтосекундного лазера, так и микрокератомов. Консультирование пациентов с катарактой отличается от такового у пациентов, которым необходимо рефракционное вмешательство. Ожидания пациентов после удаления катаракты от рефракционного послеоперационного результата выше, чем у первичных пациентов, в связи с феноменом «исправления ошибок» катарактальным хирургом, нежели «улучшением» зрения при первичной операции. Также необходимо отметить, что острота зрения после роговичной рефракционной хирургии и удаления катаракты может не составлять 1,0 как при первичной рефракционной хирургии, а быть ближе к 0,5–0,7 [23]. На послеоперационную остроту зрения влияют и сопутствующие офтальмологические заболевания, включая макулярные дистрофии, ВМД, диабетическую ретинопатию и др., что обуславливает повышенные требования к вносимым рефракционной хирургией aberrациям [10].

ФОТОРЕФРАКЦИОННАЯ КЕРАТЭКТОМИЯ ИЛИ ЛАЗЕРНЫЙ КЕРАТОМИЛЕЗ IN SITU?

В 1995 г. R.K. Maloney и соавт. сообщили об эффективности ФРК для коррекции остаточной аметропии после проведенного удаления катаракты [24]. Данная рабо-

та по изучению ФРК на псевдофакичных глазах была плотной, при этом из 107 глаз только на двух проводили ФРК, во всех остальных случаях выполняли радиальную кератотомию. В 1999 г. А. Artola и соавт. опубликовали ретроспективное исследование случаев с остаточной миопической аметропией у 30 пациентов (30 глаз), средний возраст которых составил 66 лет [25]. Через 12 месяцев после ФРК у 93% пациентов частота определения целевой рефракции составляла $\pm 0,5$ Дптр от эметропии составила 93%, а у 53% не корригируемая острота зрения вдаль (НКОЗ) составила 0,5, при этом до ФРК ни у одного из пациентов подобная НКОЗ не была отмечена. В одном случае авторы определили потерю 1 строки при измерении максимально корригируемой остроты зрения вдаль (МКОЗ). Был сделан вывод об эффективности, безопасности и предсказуемости ФРК как метода коррекции остаточной миопии после хирургии катаракты [25].

В ряде исследований показана безопасность и эффективность LASIK как способа устранения остаточной гиперметропии, миопии и астигматизма у пациентов после удаления катаракты [26, 27, 28, 29, 30]. В работе К.В. Pershin и Н.Ф. Pashinova указано на изучение эффективности применения LASIK у пациентов с артефакцией после имплантации факичной заднекамерной ИОЛ и сквозной кератопластики [26]. Через 1 год после снятия швов проводили контроль кератотопограммы до стабилизации, после чего выполняли первый этап — формирование поверхностного роговичного лоскута без лазерной абляции, далее после контроля данных кератотопографии вторым этапом проводили лазерную коррекцию согласно вновь полученным данным. Процедуру LASIK выполняли с использованием аппарата Nidek EC-5000. До процедуры среднее отклонение от эметропии составляло 3,5 Дптр, средняя величина астигматизма — 2,5 Дптр, а средняя НКОЗ — 0,2. После выполнения LASIK показатели увеличились до 0,5 Дптр, -0,75 Дптр и 0,7, соответственно. Авторы отмечают эффективность, прогнозируемость и безопасность процедуры при коррекции миопической аметропии и миопического астигматизма [26].

Одно из первых исследований по изучению коррекции миопии после удаления катаракты методом LASIK отражено в работе М.А. Ayala и соавт., которые провели ретроспективное изучение 22 глаз 22 пациентов со сферическим эквивалентом (SEQ) в диапазоне от -0,80 до -8,50 Дптр после хирургии катаракты [27]. Через 12 месяцев всем пациентам выполнена операция LASIK с использованием микрокератома и лазерной установки Nidek EC-5000, при этом у 82% пациентов (18 глаз) достигнута SEQ рефракция в диапазоне $\pm 1,0$ Дптр от эметропии. В 2003 г. Н. Norouzi и М. Rahmati-Kamel показали, что LASIK также позволяет корригировать хирургически индуцированный астигматизм после хирургии катаракты, выполняемой через верхний лимбальный доступ [30]. Операцию проводили с использованием микрокератома и лазерной установки Nidek EC-5000

на 20 глазах 20 пациентов с диапазоном астигматизма от 3,5 до 6,0 Дптр. Через 6 месяцев после операции средний процент снижения астигматизма составил 90%, а средняя SEQ рефракция уменьшилась с -2,19 до -0,32 Дптр [30].

В 2005 г. Kim и соавт. подтвердили свои более ранние наблюдения в ретроспективном исследовании 23 глаз 19 пациентов с SEQ от -4,75 до +3,0 Дптр [28]. Процедуру LASIK выполняли с помощью микрокератома и технологии Summit Apex Plus или эксимерного лазера Ladarvision. Средний возраст пациентов составил 64 года, период наблюдения — 12 месяцев. Авторы сделали вывод о том, что рефракционный результат после LASIK на псевдофакичных глазах сопоставим по эффективности с ранее опубликованными результатами рефракционной коррекции на интактных глазах, при этом НКОЗ в конце периода наблюдения составляла 0,5 и выше, рефракция была в диапазоне $\pm 0,5$ или $\pm 1,0$ Дптр от целевой, а при измерении МКОЗ отмечали потерю 1 или менее строк [28].

Кюо и соавт. опубликовали аналогичные результаты в ретроспективном исследовании 11 глаз 10 пациентов, пяти из них проводили ФРК, а шести — LASIK, с использованием микрокератома и лазерной установки Visx Star [29]. Средний возраст пациентов в группе составил 75 лет, диапазон SEQ — от -6,5 до +0,75 Дптр, цилиндра — до +5,5 Дптр. Через 12 месяцев статистически значимых различий между целевой и действительной SEQ рефракцией в двух группах не выявлено, однако для пациентов большего возраста отмечен сдвиг в сторону гиперметропии ($p=0,05$). В 46% ($n=7$) достигнута НКОЗ 0,7, а в 18% ($n=2$) — 0,3–0,4. В заключение авторы сообщают о сопоставимой эффективности LASIK и ФРК при коррекции псевдофакичной аметропии. Однако авторы считают, что наилучший результат может быть достигнут при первичном рефракционном вмешательстве в связи с большим возрастом пациентов с остаточной аметропией после фактоэмульсификации катаракты [29].

Долгосрочные наблюдения в группе пациентов с остаточной аметропией после фактоэмульсификации катаракты после проведения LASIK подтвердили высокую стабильность метода, показанную в более ранних работах. Zaldivar и соавт. опубликовали ретроспективную обзорную статью, посвященную методу биоптического лечения на 345 глазах, из которых 64 были псевдофакичными, а 281 — с установленными факичными ИОЛ. SEQ рефракция оставалась стабильной в обеих группах через 4 года после проведенного хирургического вмешательства [31].

В 2010 г. в работе D.R. Pinero и соавт. изучали возможность применения LASIK для коррекции остаточной аметропии после имплантации моно- и мультифокальных ИОЛ [32]. 100 человек, вошедших в исследование, были разделены на равные группы в зависимости от вида имплантируемых ИОЛ. LASIK выполняли с помощью микрокератома и лазерной установки Schwind Esiris. Авторы отметили статистически значимое улуч-

шение НКОЗ и МКОЗ ($p < 0,01$) в обеих группах, а также снижение DEQ (эквивалент дефокуса — параметр, предназначенный для устранения различий между глазами с одинаковым сферическим эквивалентом рефракции, но различными степенями астигматизма и цилиндрического компонента рефракции.). Однако в группе пациентов, которым при гиперметропической рефракции проводили LASIK после имплантации мультифокальных ИОЛ, статистически значимого улучшения основных исследуемых показателей не выявлено [32].

Помимо собственно рефракционного результата после проведения ФПК или LASIK, в успешности хирургического вмешательства играет роль и функциональное состояние зрительного анализатора [33]. К.Б. Першин и соавт. в проспективном исследовании изучали качественные характеристики зрения после проведения LASIK у 184 пациентов (369 глаз), в том числе, остроту мезопического зрения, глэр-чувствительность, стереозрение и темновую адаптацию, состояние аккомодации и контрастную чувствительность [34]. Согласно мнению этих авторов, по большинству из исследованных параметров значимых различий между группами пациентов, которым выполняли LASIK и ФПК не выявлено, а полученные результаты указывают на существенное улучшение функционального состояния зрительной системы по показателю частотно-контрастной чувствительности в области высоких и средних пространственных частот (на 25–30%, $p < 0,05$). В то же время результаты исследования динамики аккомодации после проведения LASIK выявили одновременное и практически симметричное удаление ближайшей и дальней точки ясного видения при сохраняющемся постоянном объеме абсолютной аккомодации, что свидетельствует о смещении оптических установок глаза в сторону эметропии [34]. В дальнейшем в работах других авторов подтверждены данные о безопасности LASIK как у взрослых пациентов, так и у детей, при анализе функциональных показателей зрительного анализатора, в том числе, при использовании фемтосекундного лазера [35, 36, 37]. А.В. Семчишен и соавт. исследовали контрастную чувствительность после кераторефракционных операций по коррекции аметропий в двух группах — LASIK и ФПК [38]. Авторами определены критические значения глубин возможных шероховатостей рельефа интерфейса, начиная с которых интенсивность диффузной составляющей в рассеянном вперед световом потоке сравнивается с интенсивностью направленной составляющей, формирующей изображение на сетчатке глаза; они с учетом увеличения показателя преломления послеоперационной зоны составляют 3–4 мкм. Эти глубины соответствуют экспериментально измеренным значениям и могут влиять на контрастную чувствительность зрения. Показано, что в случае ФПК, в отличие от ЛАСИК, процесс реэпителизации повышает оптическое качество интерфейса, и послеоперационная контрастная чувствительность достигает своего дооперационного уровня с коррекцией [38].

Проведение LASIK при миопии и миопическом астигматизме приводит к существенному повышению качества зрительной жизни (КЗЖ) пациента, которое выражается в положительной динамике разработанного бального показателя КЗЖ, отображающего выраженность основных субъективных послеоперационных симптомов, а также бытовые и профессиональные аспекты зрительной деятельности пациента. Применительно к различным степеням миопии отмечается достоверное (от $p < 0,05$ до $p < 0,001$) повышение КЗЖ в пределах 33–40, 35–42 и 41–61%, соответственно, при исходной слабой, средней и высокой степени миопии [39]. В дальнейшем, И.Г. Овечкин с соавт. показали, что КЗЖ после проведения лазерной коррекции высокой степени близорукости существенно выше при выполнении фемтоLASIK по сравнению с традиционным LASIK (в среднем, на 6,7%, $p < 0,05$). Выявлена взаимосвязь различий КЗЖ от предоперационной толщины роговицы пациента, составлявшей 2,1% ($p > 0,05$); 5,7% ($p < 0,05$) и 12,5% ($p < 0,01$). При этом данные пахиметрии составляли более 520 мкм; 500–520 мкм и менее 500 мкм, соответственно [40].

Отдельный интерес представляет частота послеоперационных осложнений после проведения ФПК и LASIK, а также противопоказания к применению обоих кераторефракционных подходов. Так, в одной из работ на основании анализа проведения более 15000 кераторефракционных вмешательств авторы отмечают, что применительно к высоким степеням миопии (более 6 Дптр) коррекция методом LASIK является более предпочтительной по сравнению с ФПК, после которой имеется большая вероятность послеоперационного помутнения роговицы [41]. При этом при коррекции слабой и средней степени близорукости широкое распространение LASIK представляется не столь однозначным (несмотря на целый ряд недостатков при проведении ФПК) — выраженный дискомфорт пациента в раннем послеоперационном периоде, длительные сроки реабилитации и непредсказуемость образования «хейза» (легкого поверхностного помутнения роговицы, исчезающего в срок до 1 года после операции). Такие факторы, как существенное изменение биомеханических свойств роговицы, связанное с повышением тангенциальных напряжений, значительное изменение оптических свойств роговицы, связанное с повышением аберраций глаза, а также возможное изменение метаболических свойств роговицы, могут приводить к снижению эффективности LASIK [41].

Необходимость формирования роговичного лоскута при LASIK обуславливает и возможные осложнения при проведении процедуры, связанные с лоскутом, интерфейсом и подлежащей стромой. К основным осложнениям, связанным с работой микрокератома и хирургической техникой, относят полный срез лоскута, дефект лоскута в центре и неполный срез лоскута. Другие осложнения при проведении LASIK включают дефекты эпителия роговицы (ССГ и пр.), синдром дезадаптации лоскута роговицы, кровотечение из сосудов лимба, пер-

форацию роговицы, отек, смещение и стрии лоскута, диффузный ламеллярный кератит, кератиты различной этиологии, децентрацию абляции, эктазию роговицы [42, 43, 44]. По данным ряда авторов общая частота осложнений при выполнении LASIK не превышает 7–7,5%, при этом имеет место большая частота воспалительных осложнений и поздней эпителизации после выполнения ФРК по сравнению с LASIK [43, 44]. В исследование А.Д. Чупрова и соавт. входили три группы пациентов, которым проводили ФРК, LASIK и назначали мягкие контактные линзы (МКЛ), при этом частота ССГ в группах составила 7,4%, 10,5% в течение 1 месяца после операции и 68% при ношении МКЛ в течение года, соответственно [45]. О.И. Лебедев и А.Е. Яворский опубликовали результаты проспективного исследования по изучению офтальмотонуса в группах LASIK и ФРК (количество пациентов, вовлеченных в исследование — 253 (484 глаза)), при этом различий в зависимости от степени исходной миопии и вида хирургического вмешательства не выявлено [46]. В работе И.В. Дутчина и соавт. проведен анализ частоты и причин регенераторных нарушений при ФРК (n=55) и LASIK (n=45) [47]. В зависимости от типа течения роговичной регенерации все пациенты были разделены на три клинические группы: 1-я — с адаптивным, 2-я — с пролонгированным и 3-я — с дезадаптивным типом течения. Во всех трех группах проводили сравнительный анализ таких факторов, как возраст, пол, степень миопии, длительность ношения контактных линз, а также фоновых показателей порога чувствительности роговицы (ПЧР), времени разрыва слезной пленки (ВРСП) и коэффициента гомеостатических резервов роговицы (КГРР). Авторы выделяют 7 признаков, влияющих на клиническое течение регенераторного ответа при фоторефракционных операциях: возраст пациентов старше 35-ти лет; миопия со степенью больше 6,0 Дптр; периферические витреохориоретинальные дистрофии сетчатки; длительность ношения МКЛ больше 5-ти лет; повышение фоновых показателей ПЧР и фоновое снижение ВРСП и КГРР [47]. В аналогичной работе Ф.А. Бахритдиновой и соавт. показана роль комбинированной терапии с использованием иммунокорректоров при дезадаптивном типе регенерации роговицы после выполнения LASIK [48]. А.Г. Щуко и соавт. проанализировали результаты кераторефракционных вмешательств на большой группе пациентов (LASIK — n=16679, ФРК — n=1114). Частота кератэктазий в группе LASIK составила 0,05%, при этом к основной причине развития кератэктазий авторы относят наличие субклинического (фрустрированного) кератоконуса [49].

В доступной литературе практически отсутствуют сведения об исследованиях, посвященных функциональному состоянию зрительного анализатора и качеству зрения при артификации после кераторефракционных вмешательств. При этом перенос описанных выше данных на псевдофакичную коррекцию не всегда возможен, за исключением качественных характеристик состояния

зрительного анализатора [50]. В ряде случаев, например, при возникновении индуцированных аберраций после выполнения LASIK по поводу гиперметропии с удалением катаракты и имплантацией мультифокальной или асферичной ИОЛ и пр., функциональный эффект будет ниже ожидаемого [35, 51, 52]. В связи с этим отдельного внимания требует вопрос сочетания лазерной коррекции зрения и имплантации мультифокальных ИОЛ.

ЛАЗЕРНАЯ КОРРЕКЦИЯ ЗРЕНИЯ ПОСЛЕ ИМПЛАНТАЦИИ МУЛЬТИФОКАЛЬНОЙ ИОЛ

В 2008 г. J.F. Alfonso и соавт. в проспективном исследовании на 53 глазах показали, что эффективность LASIK в коррекции остаточной аметропии может быть выше после имплантации дифракционной мультифокальной ИОЛ [53]. Операцию LASIK выполняли с помощью Intralase FS-60 и Visx Star после рефракционной замены ИОЛ на Acrysof Restor, средний возраст пациентов составил 52 года, диапазон SEQ рефракции от -2,0 до +1,0 Дптр. Через 6 месяцев после выполнения LASIK 100% глаз соответствовали рефракции $\pm 1,0$ Дптр и 96,2% рефракции $\pm 1,0$ Дптр от запланированной. Во всех исследованных случаях НКОЗ составила 0,7 и выше, ни в одном случае не зафиксировано потери более 1 строки при измерении МКОЗ [53].

В 2009 г. О. Muftuoglu и соавт. подтвердили данные J.F. Alfonso и соавт. в ретроспективном исследовании 85 глаз 59 пациентов с псевдофакичной миопической, смешанной астигматической и гиперметропической аметропией после имплантации дифракционной мультифокальной ИОЛ [54]. LASIK выполнен с использованием аппаратов Intralase FS-60 и Visx Star, средний возраст пациентов составил 61 год, диапазон SEQ рефракции от -2,58 до +1,63 Дптр, астигматизм до 3,0 Дптр. В 99% послеоперационная рефракция через 6 месяцев составила $\pm 1,0$ Дптр от эметропии, в 96% $\pm 0,5$ Дптр от эметропии, в 98% случаев астигматизм составил 1,0 Дптр и менее. Рефракция у пациентов оставалась стабильной через год после хирургического вмешательства, в 86% НКОЗ была 0,8 и выше, ни в одном случае не отмечали потери более чем 1 строки при измерении МКОЗ [54].

У 15% пациентов (13 из 85 глаз) в работе О. Muftuoglu и соавт. проведена кастомизированная по волновому фронту абляция с ирис-регистрацией [54]. Авторы не выделяли значимых различий между LASIK с направленным волновым фронтом и традиционным LASIK по послеоперационной рефракции и НКОЗ. В связи с малой выборкой авторы отметили необходимость сравнения рассматриваемых методик в других проспективных исследованиях пациентов после имплантации мультифокальных ИОЛ. Аналогичные данные приводят и другие исследователи [55, 56].

В 2004 г. А. Leccisotti опубликовал проспективное исследование, в котором впервые описана эффективность ФРК в коррекции псевдофакичной аметропии после имплантации рефракционной мультифокальной ИОЛ [57].

Обследовано 52 пациента, которым проводили замену пресбиопических ИОЛ на ИОЛ Abbott Medical Optics Array. Пациентам предлагали ФРК в том случае, когда отмечали снижение остроты зрения вдаль или эффект «гало», поддающийся оптической коррекции. Всего ФРК была проведена на 18 глазах (19%), из них у 83% отмечали SEQ рефракцию в диапазоне $\pm 0,5$ Дптр от эметропии, а у 100% — в диапазоне $\pm 1,0$ Дптр от эметропии [57].

Необходимо отметить, что как имплантации мультифокальной ИОЛ, так и рефракционные операции влияют на aberrации оптической системы глаза [58, 59, 60]. Е.И. Беликова в проспективной работе, посвященной сочетанию интраокулярной коррекции пресбиопии и астигматизма и кераторефракционных операций, отмечает, что чем выше степень миопии, тем больше частота aberrаций, так как происходит «наложение» одних aberrаций на другие [60]. В еще одной работе проводили сравнение эффективности двух- и трехэтапной методики факоэмульсификации с имплантацией ИОЛ Acrysof Restor и LASIK у пациентов с пресбиопией на фоне аномалии рефракции высоких степеней. Показана высокая эффективность двухэтапного хирургического вмешательства в 89,9% случаев [60]. Р. Gunvant и соавт. выделяют необходимость «усиления» рефракционного результата методом LASIK после имплантации мультифокальных ИОЛ [62].

В литературе имеются единичные работы, посвященные сочетанию LASIK и имплантации аккомодационных ИОЛ для коррекции аметропии и пресбиопии [63, 64, 65]. Вместе с тем, данные об аккомодационной способности глаза, полученные И.Г. Овечкиным и соавт. при изучении эффективности имплантации различных видов ИОЛ, позволяют отнести данный метод к перспективным в плане изучения коррекции псевдофакичной аметропии [66].

АРКУАТНАЯ КЕРАТОМИЯ

Несмотря на большое количество работ, посвященных выполнению аркуатной кератомии и лимбальных послабляющих разрезов (ЛПР) во время хирургии катаракты с целью коррекции роговичного астигматизма [67, 68, 69, 70], подобные манипуляции практически не описаны после факоэмульсификации катаракты. Доступны единичные работы, посвященные эффективности различных видов кератомий после экстракапсулярной экстракции катаракты [71, 72]. В 1998 г. Т. Oshika и соавт. опубликовали первую работу по изучению эффективности аркуатной кератомии после хирургии катаракты [73]. Исследование включало 104 глаза 86 пациентов, обследованных в девяти медицинских цен-

трах Японии. Средний возраст пациентов составил 75 лет, диапазон остаточного роговичного астигматизма — от 1,5 до 6,0 Дптр. Параметры аркуатных разрезов соответствовали номограммам исследовательских групп ARC-T, Lindstrom и Thornton [74, 75, 76]. Через 6 месяцев наблюдения средний цилиндрический эквивалент в общей группе пациентов снизился с $3,23 \pm 1,14$ до $1,41 \pm 0,97$ Дптр, при этом средняя коррекция методом векторного анализа составила $2,47 \pm 1,27$ Дптр. Средняя НКОЗ возросла с 0,2 до 0,3; в 27% случаев отмечали улучшение до 2 строчек по таблице Снеллена, однако в 7% случаев ухудшение составило 2 строчки и более. Фактический уровень корригируемого астигматизма в исследовании был несколько меньше прогнозируемого по номограммам, что, по мнению авторов, связано с этническими особенностями японской популяции [73].

В последнее время мануальные и механические техники выполнения аркуатных кератомий и ЛПР вытесняются методами с использованием фемтосекундного лазера, доказавшими свою эффективность, безопасность и воспроизводимость [77, 78, 79, 80]. В литературе отсутствуют исследования по сравнению функциональных результатов после фемтосекундных и мануальных аркуатных кератомий, представленных в работе Т. Oshika и соавт. [73]. Т. Rückl и соавт. сравнили результаты, полученные после проведения интрастромальной аркуатной кератомии с применением фемтосекундного лазера и традиционного метода фемтолазерной аркуатной кератомии с прободением Боуеновой мембраны [81]. У одного из шестнадцати пациентов в анамнезе была ФЭК с имплантацией ИОЛ, а 13 из оставшихся 15 провели операцию через 6 месяцев. В работе отсутствуют данные о величине остаточного цилиндрического компонента, но у пациентов в отдаленном периоде наблюдения отмечали эметропию и дополнительные 4 строчки при измерении МКОЗ вдаль [81].

В отдаленном периоде наблюдения после проведения факоэмульсификации катаракты и механической аркуатной кератомии показана безопасность и надежность предложенного метода [82]. Вместе с тем по данным Т.С.Chan и соавт. при проведении векторного анализа астигматизма в группе из 54 пациентов (54 глаза) через 3 и более года после хирургического вмешательства в ряде случаев отмечали изменения оси и степени астигматизма [83]. Исследования долгосрочного наблюдения у пациентов после проведения фемтолазерной аркуатной кератомии к настоящему времени отсутствуют.

Мнение авторов может не совпадать с позицией редакции

ЛИТЕРАТУРА/ REFERENCES

- Pershin K.B. [Entertaining phacoemulsification. Notes of cataract surgeon]. *Zanimatel'naya fakoemulsifikatsiya. Zapiski kataraktalnogo khirurga*. St. Petersburg, Borey-Art, 2007. (In Russ.).
- Choi Y.J., Park E.C. Analysis of rating appropriateness and patient outcomes in cataract surgery. *Yonsei Med J*. 2009;50:368–374. DOI: 10.3349/ymj.2009.50.3.368
- Hawker M.J., Madge S.N., Baddeley P.A., Perry S.R. Refractive expectations of patients having cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2005;31:1970–1975. DOI: 10.1016/j.jcrs.2005.03.065
- Shilovskih O.V., Ul'janov A.N., Kremeshkov M.V., Titarenko E.M. [IOL power calculation in post-radial keratotomy eyes]. *Raschet IOL na glazakh posle perenesennoy raneey keratotomii. [Cataract and refractive surgery]. Kataraktal'naya i refraktsionnaya khirurgiya*. 2015;15(1):34–38. (In Russ.).
- McCarthy M., Gavanski G.M., Paton K.E., Holland S.P. Intraocular lens power calculations after myopic laser refractive surgery: a comparison of methods in 173 eyes. *Ophthalmology*. 2011;118:940–944. DOI: 10.1016/j.ophtha.2010.08.048
- Savini G., Hoffer K.J., Carbonelli M., Barboni P. Intraocular lens power calculation after myopic excimer laser surgery: clinical comparison of published methods. *J Cataract Refract Surg*. 2010;36:1455–1465. DOI: 10.1016/j.jcrs.2010.02.029
- Bikbov M.M., Bikbulatova A.A., Pasikova N.V. [Retrospective analysis of the accuracy of IOL power calculation formulas after anterior radial keratotomy]. *Retrospektivnyy analiz tochnosti formul rascheta opticheskoy sily intraokulyarnykh linz u pacientov posle peredney radial'noy keratotomii. [Cataract and refractive surgery]. Kataraktal'naya i refraktsionnaya khirurgiya*. 2015;15(4):26–29. (In Russ.).
- Javadi M.-A., Feizi S., Malekifar P. Intraocular lens power calculation after corneal refractive surgery. *J Ophthalmic Vis Res*. 2012;7:10–16
- Yokoi T., Moriyama M., Hayashi K., Shimada N., Ohno-Matsui N. Evaluation of refractive error after cataract surgery in highly myopic eyes. *Int Ophthalmol*. 2013;33:343–348. DOI: 10.1007/s10792-012-9690-6
- Ioshin I.Je., Kalinnikov Ju.Ju., Hachtrjan G.T., Tagieva R.R., Bessarabov A.N., Vigovskij A.V. [Peculiarity of cataract surgery at myopia after excimer laser keratorefractive intervention]. *Osobennosti hirurgii katarakty u pacientov s miopiej posle jeksimerlazernykh keratorefraktsionnykh operacij. [Cataract and refractive surgery]. Kataraktal'naya i refraktsionnaya hirurgiya*. 2010;10(4):11–16.
- Pershin K.B., Pashinova N.F., Tsygankov A.Ju., Legkih S.L. [Phacoemulsification with IOL implantation in extremely high myopia]. *Fakoemulsifikatsiya s implantatsiej IOL pri ekstremal'no vysokoy miopii. [Cataract and refractive surgery]. Kataraktal'naya i refraktsionnaya khirurgiya*. 2015;15(3):14–21. (In Russ.).
- Avetisov S.Je., Mamikonjan V.R., Ivanov M.N., Jusuf Ju.N., Shevelev A.Ju., Voroshilova N.A. [Calculation of the focal power of an intraocular lens in the anterior segment sizes dis-proportional to the length of the anteroposterior axis of the eye]. *Raschet opticheskoy sily IOL pri razmerakh perednego segmenta, ne proporsional'nykh dlinae perednezadny osi glaza. [Annals of ophthalmology]. Vestnik oftalmologii*. 2008;124(6):10–13. (In Russ.).
- Pierro L., Modorati G., Brancato R. Clinical variability in keratometry, ultrasound biometry measurements, and emmetropic intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg*. 1991;17:91–94. DOI: 10.1016/s0886-3350(13)80991-1
- Erickson P. Effects of intraocular lens position errors on postoperative refractive error. *J Cataract Refract Surg*. 1990;16:305–311. DOI: 10.1016/s0886-3350(13)80699-2
- Schallhorn S.C., Farjo A.A., Huang D., Boxer-Wachler B.S., Trattler W.B., Tanzer D.J., Majmudar P.A., Sugar A. Wavefront-guided LASIK for the correction of primary myopia and astigmatism; a report by the American Academy of Ophthalmology (Ophthalmic Technology Assessment). *Ophthalmology*. 2008;115:1249–1261. DOI: 10.1016/j.ophtha.2008.04.010
- Güell J., Vázquez M. Bioptics. *Int Ophthalmol Clin*. 2000; 40: 133–143. DOI: 10.1097/00004397-200007000-00016
- Leccisotti A. Bioptics: where do things stand? *Curr Opin Ophthalmol*. 2006;17:399–405. DOI: 10.1097/01.oua.0000233962.19004.14
- Ioshin I.Je., Kishkin Ju.I., Ozderbaeva A.A., Pahomova A.L., Hachtrjan G.T. [Results of bioptic astigmatism correction (LASIK+phacoemulsification) in cataract patients.] *Rezultaty biopticheskoy korrektsii astigmatizma (LASIK + fakoemulsifikatsiya) u patientsov s kataraktov. [Cataract and refractive surgery]. Kataraktal'naya i refraktsionnaya khirurgiya*. 2011;11(1):18–23. (In Russ.).
- Patel S., Alió J.L., Walewska A., Amparo F., Artola A. Patient age, refractive index of the corneal stroma, and outcomes of uneventful laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*. 2013;39:386–392. DOI: 10.1016/j.jcrs.2012.09.027
- Ghanem R.C., de la Cruz J., Tobaigy E.M., Ang L.P.K., Azar D.T. LASIK in the presbyopic age group; safety, efficacy, and predictability in 40- to 69-year-old patients. *Ophthalmology*. 2007;114:1303–1310. DOI: 10.1016/j.ophtha.2006.10.026
- Christiansen S.M., Neuffer M.C., Sikder S., Semnani R.T., Moshirfar M. The effect of preoperative keratometry on visual outcomes after moderate myopic LASIK. *Clin Ophthalmol*. 2012;6:459–64. DOI: 10.2147/oph.s28808
- Battat L., Macri A., Dursun D., Pflugfelder S.C. Effects of laser in situ keratomileusis on tear production, clearance, and the ocular surface. *Ophthalmology*. 2001;108:1230–1235. DOI: 10.1016/s0161-6420(01)00623-6
- Jin G.J.C., Merkle K.H., Crandall A.S., Jones Y.J. Laser in situ keratomileusis versus lens-based surgery for correcting residual refractive error after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2008;34:562–569. DOI: 10.1016/j.jcrs.2007.11.040
- Maloney R.K., Chan W.-K., Steinert R., Hersh P., O'Connell M. A multicenter trial of photorefractive keratectomy for residual myopia after previous ocular surgery. *Ophthalmology*. 1995;102:1042–1052. DOI: 10.1016/s0161-6420(95)30913-x
- Artola A., Ayala M.J., Claramonte P., Pérez-Santonja J.J., Alió J.L. Photorefractive keratectomy for residual myopia after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. 1999;25:1456–1460. DOI: 10.1016/s0886-3350(99)00233-3
- Pershin K.B., Pashinova N.F. Fine tuning excimer laser correction after intraocular lens implantation and corneal transplantation. *J Refract Surg*. 2000;16(2 Suppl):S257–60.
- Ayala M.J., Pérez-Santonja J.J., Artola A., Claramonte P., Alió J.L. Laser in situ keratomileusis to correct residual myopia after cataract surgery. *J Refract Surg*. 2001;17:12–16.
- Kim P., Briganti E.M., Sutton G.L., Lawless M.A., Rogers C.M., Hodge C. Laser in situ keratomileusis for refractive error after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2005;31:979–986.
- Kuo I.C., O'Brien T.P., Broman A.T., Ghajarnia M., Jabbur N.S. Excimer laser surgery for correction of ametropia after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2005;31:2104–2110. DOI: 10.1016/j.jcrs.2005.08.023
- Norouzi H., Rahmati-Kamel M. Laser in situ keratomileusis for correction of induced astigmatism from cataract surgery. *J Refract Surg*. 2003;19:416–424.
- Zaldivar R., Oscherow S., Piezzi V. Bioptics in phakic and pseudophakic intraocular lenses with the Nidek EC-5000 excimer laser. *J Refract Surg*. 2002;18:S336–S339.
- Piñero D.R., Ayala Espinosa M.J., Alió J.L. LASIK outcomes following multifocal and monofocal intraocular lens implantation. *J Refract Surg*. 2010;26(8):569–77.
- Applegate R.A., Howland H.C. Refractive surgery, optical aberrations, and visual performance. *J Refract Surg*. 1997;13(3):295–9.
- Pershin K.B., Pashinova N.F., Ovechkin I.G., Prokof'ev A.V., Azerbaev T.Je., Solov'eva G.M., Batalina L.V. [Complex research of the visual analyzer's functional state after LASIK]. *Kompleksnoe issledovanie funktsional'nogo sostoyaniya zritel'nogo analizatora posle provedeniya LASIK. [Ophthalmology and therapy]. Oftal'mokhirurgiya i terapiya*. 2001;1(1):17–21. (In Russ.).
- Trubilin V.N., Pozharickij M.D., Kozhuhov A.A., Gusev Ju.A., Shhukin S.Ju., Abramov S.I. [Modern aspects of improving clinical and functional results of surgery keratorefractive based on the use of femtosecond laser systems and modern medical technology]. *Sovremennye aspekty povysheniya kliniko-funktsional'nykh rezul'tatov keratorefraktsionnoy khirurgii na osnove primeneniya femtosekundnykh lazernykh sistem i sovremennykh meditsinskikh tekhnologii. [Practical medicine]. Prakticheskaya meditsina*. 2012;4-1(59):23–26. (In Russ.).
- Shhukin S.Ju. [The relationship of the subjective evaluation of the results of excimer laser correction of myopia by the doctor and the patient]. *Vzaimosvyaz' sub'ektivnoy otsenki vracha i patientsa rezul'tatov eksimerlazernoy korrektsii blizorukosti [Russian ophthalmological journal]. Rossiyskiy oftalmologicheskij zhurnal*. 2013;6(1):58–60. (In Russ.).
- Kulikova I.L. [Spatial contrast sensitivity and corneal higher-order aberrations after refractive surgery in children with hypermetropic anisometropia]. *Prostranstvennaya kontrastnaya chuvstvitel'nost' i rogovichnye aberratsii vysshikh porядkov posle refraktsionnykh operatsiy u detey s gipermetropicheskoy anizometriey. [Annals of ophthalmology]. Vestnik oftalmologii*. 2009;125(4):11–14. (In Russ.).
- Semchishen A.V., Semchishen V.A. [Contrast sensitivity after photorefractive ametropia corrections. A comparison of PRK and LASIK techniques (a clinical and mathematical model)]. *Kontrastnaya ostrota zreniya posle fotorefraktsionnykh operatsiy po korrektsii ametropiy. Sravnenie metodov LASIK i FRK (kliniko-matematicheskaya model'). [Russian ophthalmological journal]. Rossiyskiy oftalmologicheskij zhurnal*. 2013;6(1):26–31. (In Russ.).
- Pershin K.B., Pashinova N.F., Ovechkin I.G., Prokof'ev A.V., Azerbaev T.Je., Solov'eva G.M., Batalina L.V., Aruponova O.V., Man'ko O.M. [Complex evaluation of LASIK. Complications and efficacy criteria]. *Kompleksnaya otsenka lazernogo in situ keratomileuzia (LASIK). Oslozhneniya i kriterii effektivnosti. [Refractive surgery and ophthalmology]. Refraktsionnaya khirurgiya i oftalmologiya*. 2002;2(1):21–28. (In Russ.).
- Ovechkin I.G., Kuznecova T.S., Shhukin S.Ju., Antonjuk S.V. [Comparative evaluation laser correction effectiveness on high myopia and Technology meHLasiK femtoLASiK]. *Sravnitel'naya otsenka pokazateley klinicheskoy effektivnosti lazernoy korrektsii vysokoy stepeni blizorukosti po tekhnologii mekhLASIK i femtoLASIK. [Cataract and refractive surgery]. Kataraktal'naya i refraktsionnaya khirurgiya*. 2014;14(4):26–29. (In Russ.).

41. Pershin K.B., Azerbaev T.Je., Pashinova N.F., Ovechkin I.G. [LASIK and PRK — indications, advantages and disadvantages]. LASIK i FRK — pokazaniya k provedeniyu operatsiy, preimushchestva i nedostatki. [Ophthalmosurgery and therapy]. *Oftal'mokhirurgiya i terapiya*. 2004;4(2):3-9. (In Russ.).
42. Korotkih S.A., Shamkin A.S., Bogachev A.E. [Keratoprotection treatment after excimer laser vision correction]. Keratoprotektsionnaya terapiya u patsientov posle eksimerlazernoy korrektsii zreniya. [Ophthalmology in Russia]. *Oftal'mologiya*. 2015;12(3):77-82. (In Russ.).
43. Sridhar M.S., Rao S.K., Vajpayee R.B., Aasuri M.K., Hannush S., Sinha R. Complications of laser-in-situ-keratomileusis. *Indian J Ophthalmol*. 2002;50(4):265-82.
44. Pershin K.B., Batalina L.V., Pashinova N.F., Ovechkin I.G. [Analysis of main complications after LASIK. Review]. Analiz osnovnykh oslozhneniy LASIK. Obzor literatury. [Ophthalmosurgery and therapy]. *Oftal'mokhirurgiya i terapiya*. 2003;3(1-2):2-9. (In Russ.).
45. Chuprov A.D., Kudrjavceva Ju.V., Zhukovskaya I.N., Panok M.N., Judin A.G. [Comparative study of dry eye syndrome among patients after photorefractive surgery and using soft contact lenses]. Sravnitel'noe issledovanie techenie sindroma «sukhogo glaza» u patsientov posle fotorefraktsionnoy khirurgii i pri ispol'zovanii myagkikh kontaktnykh linz. [Cataract and refractive surgery]. *Kataraktal'naya i refraktsionnaya khirurgiya*. 2010;10(4):34-37. (In Russ.).
46. Lebedev O.I., Javorskiy A.E. [The impact of refractive surgery on the level of intraocular pressure in myopic patients]. Vliyaniye refraktsionnykh operatsiy na uroven' oftal'motonusa u patsientov s miopiyey. [Russian ophthalmological journal]. *Rossiyskiy oftal'mologicheskiy zhurnal*. 2008;1(2):23-25. (In Russ.).
47. Dutchin I.V., Egorov V.V., Smoljakova G.P. [Risk factors study of regeneration disturbance progression after excimer laser correction of vision]. Izuchenie faktorov riska razvitiya regeneratsionnykh narusheniy posle eksimerlazernoy korrektsii zreniya. [Cataract and refractive surgery]. *Kataraktal'naya i refraktsionnaya khirurgiya*. 2010;10(1):4-8. (In Russ.).
48. Bahritdinova F.A., Nizamhodzhaev Sh.Z., Narzikulova K.I. [Medicinal treatment of post-Lasik complications]. Medikamentoznaya korrektsiya posleoperatsionnykh oslozhneniy LASIK. [Russian ophthalmological journal]. *Rossiyskiy oftal'mologicheskiy zhurnal*. 2012;5(3):4-7. (In Russ.).
49. Shhuko A.G., Grebenjuk T.N., Jur'eva T.N., Ivleva E.P., Pisarevskaya O.V. [Risk factors and methods of prediction of induced keratectasies]. Faktory riska i metody prognozirovaniya indutsirovannykh keratektaziy. [Cataract and refractive surgery]. *Kataraktal'naya i refraktsionnaya khirurgiya*. 2013;13(4):53-56. (In Russ.).
50. Avetisov S.Je., Pershin K.B. [Criteria of estimating the results of keratorefractive operations]. Kriterii otsenki rezul'tatov keratorefraktsionnykh operatsiy. [Ophthalmosurgery and therapy]. *Oftal'mokhirurgiya i terapiya*. 2001;1(1):12-16. (In Russ.).
51. Il'ina N.V. [Aberrations and other factors that determine the functional result of phacoemulsification of the cataract]. Aberratsii i drugie faktory, opredelyayushchie funktsional'nyy rezul'tat fakoemul'sifikatsii katarakty. [Practical medicine]. *Prakticheskaya meditsina*. 2012;4-1(59):260-262. (In Russ.).
52. Doga A.V., Mushkova I.A., Kachalina G.F., Ivanova E.V. [Comparative evaluation of spherical aberrations in LASIK and laser thermokeratoplasty in hyperopia correction]. Sravnitel'naya otsenka dinamiki sfericheskoy aberratsii pri korrektsii gipermetropii metodami LAZIK i lazernoy termokeratoplastiki (LTK). [Siberian scientific medical journal]. *Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal*. 2010;30(5):133-136. (In Russ.).
53. Alfonso J.F., Fernández-Vega L., Montés-Micó R., Valcárcel B. Femtosecond laser for residual refractive error correction after refractive lens exchange with multifocal intraocular lens implantation. *Am J Ophthalmol*. 2008;146:244-250. DOI: 10.1016/j.ajo.2008.03.022
54. Muftuoglu O., Prasher P., Chu C., Mootha V.V., Verity S.M., Cavanagh H.D., Bowman R.W., McCulley J.P. Laser in situ keratomileusis for residual refractive errors after apodized diffractive multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg*. 2009;35:1063-1071. DOI: 10.1016/j.jcrs.2009.01.028
55. Charman W.N., Montés-Micó R., Radhakrishnan H. Can we measure wave aberration in patients with diffractive IOLs? *J Cataract Refract Surg*. 2007;33:1997. DOI: 10.1016/j.jcrs.2007.06.052
56. Charman W.N., Montés-Micó R., Radhakrishnan H. Problems in the measurement of wavefront aberration for eyes implanted with diffractive bifocal and multifocal intraocular lenses. *J Refract Surg*. 2008;24:280-286.
57. Leccisotti A. Secondary procedures after presbyopic lens exchange. *J Cataract Refract Surg*. 2004;30:1461-1465. DOI: 10.1016/j.jcrs.2003.11.056
58. Trubilin V.N., Temirov N.N. [Correction of aphakia various origins multifocal intraocular lenses with asymmetric rotational optics]. Pervyy opyt klinicheskogo primeneniya mul'tifokal'nykh intraokulyarnykh linz Acrysof Restor ©. [Cataract and refractive surgery]. *Kataraktal'naya i refraktsionnaya khirurgiya*. 2014;14(4):20-25. (In Russ.).
59. Tahtaev Ju.V., Balashevich L.I. [The first Experience of the Use of Multifocal Intraocular Lenses AcrySof Restor®]. Intraokulyarnaya korrektsiya presbiopii i astigmatizma upatsientovposleLASIKiradial'noykeratotomii. [Ophthalmosurgery]. *Oftal'mokhirurgiya*. 2004;3:30-33. (In Russ.).
60. Belikova E.I. [Presbyopia and Astigmatism intraocular correction post-LASIK and post-Radial Keratotomy patients]. Intraokulyarnaya korrektsiya presbiopii i astigmatizma u patsientov posle LASIK i radial'noy keratotomii. [Ophthalmosurgery]. *Oftal'mokhirurgiya*. 2011;3:5-8. (In Russ.).
61. Belikova E.I., Antonjuk S.V., Kochergin S.A. [The biophtics surgery in patients with cataract, presbyopia and high refraction abnormalities]. Biophticheskoe khirurgicheskoe lechenie presbiopii u patsientov s kataraktoy na fone anomaliiy refraktsiy vysokikh stepeney. [Ophthalmosurgery]. *Oftal'mokhirurgiya*. 2010;3:4-9. (In Russ.).
62. Gunvant P., Ablamowicz A., Gollamudi S. Predicting the necessity of LASIK enhancement after cataract surgery in patients with multifocal IOL implantation. *Clin Ophthalmol*. 2011; 5:1281-1285. DOI:10.2147/oph.s23345
63. Tokoro T. Refraction and accommodation. *Nippon Ganka Gakkai Zasshi*. 2007;111(2):77-82.
64. Patel S., Alió J.L., Feinbaum C. Comparison of Acri. Smart multifocal IOL, crystalens AT-45 accommodative IOL, and Technovision presbyLASIK for correcting presbyopia. *J Refract Surg*. 2008; 24(3):294-299.
65. Gatinel D. Presbyopia surgery. *Rev Prat*. 2008; 58(10):1049-54.
66. Ovechkin I.G., Belikova E.I., Shalygina E.L., Antonjuk S.V., Ovechkin N.I. [The accommodative ability of the eye of patients after cataract phacoemulsification with implantation of monofocal, multifocal and accommodating intraocular lenses]. Akkomodatsionnaya sposobnost' glaza u patsientov posle fakoemul'sifikatsii katarakty s implantatsiyey monofokal'nykh, mul'tifokal'nykh i akkomodiruyushchikh intraokulyarnykh linz. [Russian ophthalmological journal]. *Rossiyskiy oftal'mologicheskiy zhurnal*. 2014;7(3): 32-27. (In Russ.).
67. Fouda S., Kamiya K., Aizawa D., Shimizu K. Limbal relaxing incision during cataract extraction versus photoastigmatic keratectomy after cataract extraction in controlling pre-existing corneal astigmatism. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2010;248(7):1029-1035. DOI: 10.1007/s00417-009-1272-6
68. Hripun K.V., Astahov S.Ju., Konenkova Ja.S. [LRI can correct residual astigmatism after multifocal toric IOL ACRYSOF® IQ RESTOR® TORIC implantation in patients who have high degrees of astigmatism]. Limbal'nye poslablyayushchie razrezy kak sposob dokorrektsii ostatoknogo astigmatizma pri implantatsii mul'tifokal'noy toricheskoy IOL Acrysof® IQ Restor® Toric pri vysokikh stepenyakh astigmatizma. [Ophthalmology journal]. *Oftal'mologicheskie vedomosti*. 2012;5(4):66-70. (In Russ.).
69. Freitas G.O., Boteon J.E., Carvalho M.J., Pinto R.M. Treatment of astigmatism during phacoemulsification. *Arq Bras Oftalmol*. 2014;77(1):40-46. DOI: 10.5935/0004-2749.20140011
70. Leon P., Pastore M.R., Zanei A., Umari I., Messai M., Negro C., Tognetto D. Correction of low corneal astigmatism in cataract surgery. *Int J Ophthalmol*. 2015;8(4):719-724.
71. Fedorova I.S. [Long-term results of surgical correction of corneal astigmatism by the front dosage keratotomy in patients with intraocular lens]. Otdalennyye rezul'taty khirurgicheskoy korrektsii rogovichnogo astigmatizma metodom peredney dozirovannoy keratotomii u bol'nykh s intraokulyarnoy linzoy. [Annals of ophthalmology]. *Vestnik oftal'mologii*. 1983;5:23-27. (In Russ.).
72. Toropov V.O. [Surgical correction of induced astigmatism after the cataract extraction with IOL implantation]. Khirurgicheskaya korrektsiya indutsirovannogo astigmatizma posle ekstraktsii katarakty s implantatsiyey IOL. [Siberian medical review]. *Sibirskoe medicinskoe obozrenie*. 2006;5(42):30-31. (In Russ.).
73. Oshika T., Shimazaki J., Yoshitomi F., Oki K., Sakabe I., Matsuda S., Shiwa T., Fukuyama M., Hara Y. Arcuate keratotomy to treat corneal astigmatism after cataract surgery; a prospective evaluation of predictability and effectiveness. *Ophthalmology*. 1998;105:2012-2016. DOI: 10.1016/s0161-6420(98)91117-4
74. Price F.W., Grene R.B., Marks R.G., Gonzales J.S. Astigmatism reduction clinical trial: a multicenter prospective evaluation of the predictability of arcuate keratotomy; evaluation of surgical nomogram predictability. *Arch Ophthalmol*. 1995;113:277-282. DOI: 10.1001/archoph.1995.01100030031017
75. Lindstrom R.L. The surgical correction of astigmatism: a clinician's perspective. *Refract Corneal Surg*. 1990;6:441-454.
76. Thornton S.P. Astigmatic keratotomy: a review of basic concepts with case reports. *J Cataract Refract Surg*. 1990;16:430-435. DOI: 10.1016/s0886-3350(13)80795-x
77. Kook D., Bühren J., Klaproth O.K., Bauch A.S., Derhartunian V., Kohlen T. Astigmatische Keratotomie mit dem Femtosekundenlaser. Korrektur hoher Astigmatismen nach Keratoplastik (Astigmatic keratotomy with the femtosecond laser. Correction of high astigmatism after keratoplasty). *Ophthalmologie*. 2010;108:143-150. DOI: 10.1007/s00347-010-2239-z

78. Nubile M., Carpineto P., Lanzini M., Calienno R., Agnifili L., Ciancaglini M., Mastropasqua L. Femtosecond laser arcuate keratotomy for the correction of high astigmatism after keratoplasty. *Ophthalmology*. 2009;116:1083–1092. DOI: 10.1016/j.ophtha.2009.01.013
79. Kumar N.L., Kaiserman I., Shehadeh-Mashor R., Sansanayudh W., Ritenour R., Rootman D.S. IntraLase-enabled astigmatic keratotomy for post-keratoplasty astigmatism: on-axis vector analysis. *Ophthalmology*. 2010;117:1228–1235. DOI:10.1016/j.ophtha.2009.10.041
80. Wu E. Femtosecond-assisted astigmatic keratotomy. *Int Ophthalmol Clin*. 2011;51:77–85. DOI: 10.1097/iiio.0b013e31820f26cd
81. Rückl T., Dexl A.K., Bachernegg A., Reischl V., Riha W., Ruckhofer J., Binder P.S., Grabner G. Femtosecond laser-assisted intrastromal arcuate keratotomy to reduce corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg*. 2013;39:528–538. DOI: 10.1016/j.jcrs.2012.10.043
82. Navarro R., Palos F., Lanchares E., Calvo B., Cristóbal J.A. Lower- and higher-order aberrations predicted by an optomechanical model of arcuate keratotomy for astigmatism. *J Cataract Refract Surg*. 2009;35(1):158–65. DOI: 10.1016/j.jcrs.2008.09.015
83. Chan T.C., Cheng G.P., Wang Z., Tham C.C., Woo V.C., Jhanji V. Vector analysis of corneal astigmatism after combined femtosecond-assisted phacoemulsification and arcuatekeratotomy. *Am J Ophthalmol*. 2015;160(2):250–255. DOI: 10.1016/j.ajo.2015.05.004

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Першин Кирилл Борисович — доктор медицинских наук, профессор, академик РАЕН, Офтальмологический центр «Эксимер», kpershin@mail.ru

Пашинова Надежда Федоровна — д.м.н., профессор, академик РАЕН, Офтальмологический центр «Эксимер», pashinovan@mail.ru

Цыганков Александр Юрьевич — к.м.н., Офтальмологический центр «Эксимер», alextsygankov1986@yandex.ru

Гурмизов Евгений Петрович — к.м.н., главный врач, Офтальмологический центр «Эксимер», egurmiz@mail.ru

Баталина Лариса Владимировна — к.м.н., Офтальмологический центр «Эксимер», Larissa_bat@mail.ru

ABOUT AUTHORS

Pershin Kirill Borisovich — PhD, professor, Excimer Eye Centre, kpershin@mail.ru

Pashinova Nadezhda Fedorovna — PhD, professor, Excimer Eye Centre, pashinovan@mail.ru

Tsygankov Aleksandr Iur'evich — MD, Excimer Eye Centre, alextsygankov1986@yandex.ru

Gurmizov Evgenij Petrovich — MD, chief medical officer, Excimer Eye Centre, egurmiz@mail.ru

Batalina Larisa Vladimirovna — MD, Excimer Eye Centre, Larissa_bat@mail.ru