

Современные подходы к интраокулярной коррекции послеоперационной афакии у пациентов после кераторефракционных операций

Гусев Ю. А.^{1,2}Белинова Е. И.^{2,3}Третьяк Е. Б.¹Жежелева Л. В.²

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение здравоохранения Клиническая больница № 86 Федерального медико-биологического агентства, ул. Гамалеи, 15, Москва, Российская Федерация, 123098

² Кафедра офтальмологии Федерального государственного бюджетного учреждения дополнительного профессионального образования Институт повышения квалификации Федерального медико-биологического агентства, Волоколамское шоссе, 91, Москва, Российская Федерация, 125310

³ Глазная клиника доктора Беликовой, просп. Буденного, 26, корп. 2, Москва, Российская Федерация, 105118

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2015; 12 (3): 12–21

Проблема интраокулярной коррекции афакии у пациентов после радиальной кератотомии (РК) приобретает все большую актуальность в связи с ежегодным увеличением количества таких больных. На современном этапе развития хирургии катаракты факоэмульсификацию следует рассматривать не только как операцию по замене мутного хрусталика, но и как рефракционную. Несмотря на обширный арсенал диагностических методов, расчет оптической силы интраокулярной линзы (ИОЛ) у пациентов после кераторефракционных операций по-прежнему сопряжен с трудностями и послеоперационными рефракционными ошибками. Среди причин этого следует отметить некорректное определение оптической силы роговицы при стандартной кератометрии, использование неверного кератометрического индекса, недооценку эффективной позиции линзы и неправильный выбор формулы расчета оптической силы ИОЛ. Наиболее точными методами устранения ошибок кератометрии являются методы, основанные на рефракционной истории пациента, которые учитывают рефракцию глаза и данные кератометрии до кераторефракционной операции и рефракционный эффект операции до появления катаракты, а также методы, основанные на топографии роговицы. Важное значение также придается методам вычисления «истинной» рефракции роговицы с применением поправочных коэффициентов к полученным результатам кератометрии, выведенных на основе регрессионного анализа результатов имплантации ИОЛ после кераторефракционных операций. Особого внимания заслуживает интраокулярная коррекция астигматизма у пациентов, перенесших радиальную кератотомию. Для этого применяют такие методики, как локализация и модификации катарактального тоннельного разреза, передняя дозированная кератотомия, эксимерлазерные рефракционные операции и имплантация торических ИОЛ. Наконец, определенные сложности также представляет выбор техники ФЭК у пациентов после РК. Основной проблемой является расхождение кератотомических рубцов во время операции. Для профилактики подобного осложнения целесообразно формировать роговичный разрез шириной 1,8-2,2 мм с локализацией между кератотомическими рубцами. При большом количестве кератотомических рубцов целесообразно прибегать к склеральному доступу.

Ключевые слова: радиальная кератотомия, катаракта, расчет ИОЛ, кератометрия, коррекция астигматизма

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

Конфликт интересов отсутствует.

ENGLISH

Current approaches to the intraocular correction of postoperative aphakia after corneal refractive surgery (a review)

SUMMARY

Cataract surgery after radial keratotomy (RK) represents many challenges as many patients who had RK are now developing visually significant cataracts. Currently, cataract surgery is not only the exchange of opaque lens but a refractive procedure as well. Despite a huge armamentarium of diagnostic methods, intraocular lens (IOL) power calculations in these patients can be inaccurate and are associated with residual refractive errors for many reasons (overestimation of the corneal power by keratometry and corneal topography, errors in the assessment of effective lens position, inadequate selection of power calculation formulas). Methods based on refractive history which consider refraction and K values before corneal refractive surgery and its refractive result before cataract development as well as methods based on corneal topography are the most accurate methods to neutralize keratometry errors. Methods of «true» refraction estimation using correction coefficients which were calculated based on regression analysis of IOL implantation results after corneal refractive surgery are of significant importance as well. Patients with prior RK who undergo cataract surgery often require intraocular correction of astigmatism. The techniques include positioning and modifications of tunnel incision, anterior dosed keratotomy, excimer laser surgery, and toric IOL implantation. Finally, phaco technique should be carefully selected in patients with prior RK. Intraoperative dehiscence of RK incisions is the key challenge. 1.8-2.2-mm corneal incision placed between keratotomy incisions prevents this complication. In numerous keratotomy incisions, scleral tunnel is recommended.

Keywords: radial keratotomy, cataract, IOL calculation, keratometry, astigmatism correction.

Financial disclosure: Authors have no financial or property interests related to this article.

The authors declare that there are no conflicts of interest.

Ophthalmology in Russia. 2015; 12 (3): 12–21

В настоящее время появилось значительное количество пациентов с катарактой, которым ранее была выполнена та или иная кераторефракционная операция с целью коррекции миопии и миопического астигматизма. Одной из первых массовых кераторефракционных операций была радиальная кератотомия (РК), разработанная и внедренная в мировую практику акад. С. Н. Федоровым (1977 г.) [1-4]. С конца 70-х гг. и до 2000 г. только в системе МНТК «Микрохирургия глаза» было выполнено свыше 600000 операций радиальной кератотомии [5]. К 1995 г. в США было проведено более 1 млн. таких операций [6]. По данным Всемирной организации здравоохранения, к 2010 г. в мире было сделано около 5,5 млн. операций [7]. Однако рефракционные результаты РК и стабильность процессов рубцевания оказались мало прогнозируемыми, особенно в отдаленном послеоперационном периоде [8]. Уже в середине 80-х гг. появились работы, указывающие на появление тенденции к ослаблению рефракции с течением времени после кератотомии. В 1985 г. Deitz and Sanders выдвинули концепцию гиперметропического сдвига (англ. hyperopic shift) — непрерывного постепенного смещения рефракции в сторону гиперметропии после ранее выполненной кератотомии [9]. Как показали корнеотопографические исследования, у ряда пациентов центральная зона роговицы уплощается неравномерно в результате неравномерного рубцевания в каждом из радиальных разрезов, что приводит к значительным оптическим нерегулярностям и усилению аберраций, появлению индуцированного астигматизма [8, 10, 11].

В дальнейшем на смену РК как массовой рефракционной операции пришли лазерные технологии: фоторефракционная кератэктомия (ФРК), лазерный *in situ* кератомилез (LASIK), лазерный кератомилез с использованием фемтосекундного лазера для формирования лоскута роговицы (фемто-LASIK).

Проблема хирургического лечения пациентов с катарактой после кераторефракционных операций приобретает все большую актуальность в связи с ежегодным увеличением количества таких больных. На современном этапе развития хирургии катаракты факоэмульсификацию следует рассматривать не только как операцию по замене мутного хрусталика, но и как рефракционную. В настоящее время интраокулярная коррекция является наиболее современным методом коррекции послеоперационной афакии как с оптической точки зрения, так и в аспекте профессиональной реабилитации больного [12]. В связи с этим, требования к рефракционному эффекту операции при катаракте значительно возрастают, поэтому особенно важным является правильный расчет оптической силы имплантируемой интраокулярной линзы (ИОЛ).

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РАСЧЕТУ ОПТИЧЕСКОЙ СИЛЫ ИОЛ У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ КЕРАТОРЕФРАКЦИОННЫХ ОПЕРАЦИЙ

Точность расчета ИОЛ у пациентов после кераторефракционных операций является серьезной проблемой. Зачастую у таких пациентов отмечается незапла-

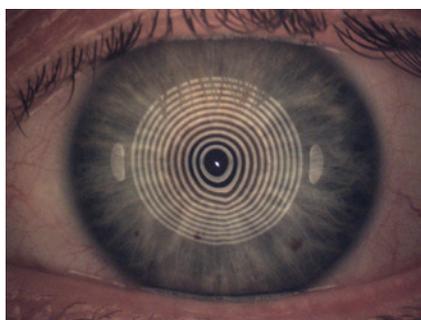


Рис. 1. Проекция колец диска Плачидо на поверхность роговицы после перенесенной радиальной кератотомии. Стрелкой указана выраженная область деформации колец в зоне проекции грубого кератотомического рубца.

Fig. 1. Placido rings on the corneal surface after radial keratotomy. Significant ring deformation (arrow) in the projection of rough keratotomy scar.

дит завышение кератометрических показателей, что приводит к недооценке силы ИОЛ и послеоперационной гиперметропии [21]. Кроме того, при наличии патологически измененной роговицы с нерегулярной поверхностью отражения точки кератометра могут быть искажены, в результате этого данные кривизны роговичной поверхности оказываются недостоверными [25].

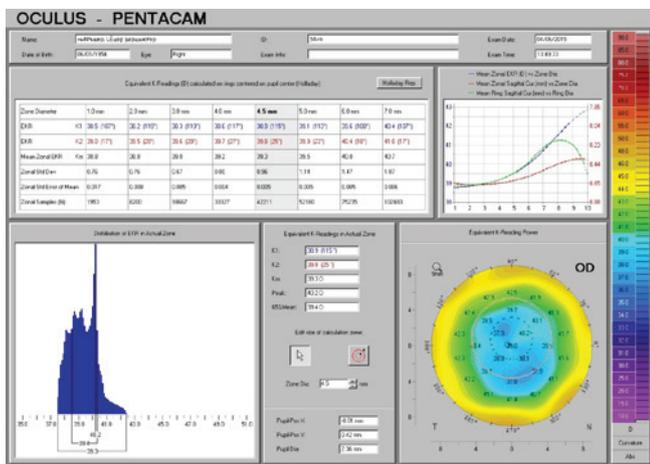


Рис. 2. Карта Oculus Pentacam detailed Holladay Report. Представлены значения кератометрии в зонах от 1,0 до 7,0 мм; график распределения значений рефракции роговицы в выбранной зоне.

Fig. 2. Oculus Pentacam detailed Holladay Report map. K values measured at 1.0 to 7.0 corneal diameters and graph of distribution of corneal refractive power are represented.

нированное смещение рефракции в сторону гиперметропии [13-23]. Выделяют ряд факторов, препятствующих достижению максимально высоких рефракционных и функциональных результатов при интраокулярной коррекции после факоэмульсификации катаракты у пациентов, перенесших кераторефракционные операции. Основными из них являются [12-15, 19, 21, 22]:

- некорректное определение оптической силы роговицы при стандартной кератометрии;
- использование неверного кератометрического индекса;
- недооценка эффективной позиции линзы;
- неправильный выбор формулы расчета оптической силы ИОЛ.

Неточное определение преломляющей силы роговицы является одной из основных причин, приводящих к получению гиперметропической рефракции в послеоперационном периоде [19, 23, 24]. Стандартные автокератометры измеряют кривизну лишь наружной поверхности роговицы в четырех точках в параоптической 3-мм зоне, при этом наиболее уплощенный после хирургического вмешательства оптический центр не попадает в зону измерения. В результате происхо-

Наиболее точным методом определения оптической силы роговицы является кератотопография [26]. По принципу работы корнеальные топографы разделяют на 2 группы: основанные на принципе отражения и основанные на принципе проекции. В первом случае в качестве изображения, отраженного от поверхности роговицы, используют диск Плачидо. С отраженного изображения проводится измерение наклона радиальной поверхности, а затем высчитывается поверхностная кривизна и высота (Рис. 1).

Проекционные топографические системы формируют изображение мишени на слезной пленке и позволяют проводить измерения в 25000 истинных точек (Pentacam, Oculus, Германия). Используемая в этих установках технология сканирующей щели позволяет получить точную информацию о передних и задних элевациях, толщине, оптической силе роговицы на протяжении всего ее диаметра (Рис. 2) [26, 27]. Если имеются нерегулярности поверхности роговицы, то следует применять проекционные топографические системы [26].

Наиболее точными методами устранения ошибок кератометрии являются методы, основанные на рефракционной истории пациента, которые учитывают рефракцию глаза и данные кератометрии до кераторефракционной операции, а также рефракционный эффект операции до появления катаракты. К ним относятся:

- метод клинической истории, впервые описанный Holladay и позже Hoffer, который основан на принципе изменения сферического эквивалента рефракции после рефракционной операции [21, 28];
- метод жесткой контактной линзы, разработанный Holladay в 1989 г., который основан на использовании жесткой контактной линзы с известной оптической силой и базовым радиусом кривизны; путем субъективного определения рефракции в линзе вычисляется радиус кривизны передней поверхности и оптическая сила роговицы [21, 28, 29].

Другими методами устранения ошибок кератометрии являются методы, основанные на применении корнеальной топографии. К ним относятся следующие методы.

Топографический метод Maloney. Оптическая сила роговицы определяется путем точечного измерения в центре топографической карты (K_t) непосредственно под курсором, наводимым вручную. Затем полученное значение преобразуется в «истинную» величину (K) с помощью формулы: $K = [376/(337,5/K_t)] - 5,5$ [21].

A-P метод (от англ. anterior-posterior method), описанный Saiki в 2013 г. Метод был предложен для расчетов ИОЛ после LASIK. С помощью кератотопографа вычисляются значения кератометрии задней поверхности роговицы в радиусе 6 мм (post K6 mm), после этого «истинное» значение кератометрии передней поверхности роговицы (pre Km) вычисляются по формуле: $pre\ Km = -4,907 \times post\ K6\ mm + 12,371$ [30]. Далее в расчетах используют метод двойной кератометрии Agramberri.

Метод математической реконструкции центральной кривизны роговицы (Богуш, 2010). С помощью кератотопографа определяется радиус кривизны периферии роговицы на расстоянии 4 мм от центра (grerif). «Истинное» значение радиуса кривизны центра роговицы (grpre) вычисляется по формуле: $grpre = (grerif^2 - h^2 \times e^2)$, где e — коническая константа нормальной роговицы, равная 0,5; h — расстояние от центра. Далее полученное значение и значение, преобразованное в кератометрические единицы оптической силы ($K_{pre} = 337,5 \times grpre$) используют в расчетах с помощью метода двойной кератометрии [15].

Следующей группой методов, направленных на устранение кератометрических ошибок, являются методы вычисления «истинной» рефракции роговицы с применением поправочных коэффициентов к полученным результатам кератометрии, выведенных на основе регрессионного анализа результатов имплантации ИОЛ после кераторефракционных операций. К ним относятся следующие методы.

Метод Shammas No-History, предложенный Shammas в 2003 г. «Истинная» оптическая сила роговицы (K) вычисляется по формуле: $K = 1,14 \times K_{post} - 6,8$, где K_{post} — оптическая сила роговицы после кераторефракционной операции, измеренная при помощи ручного кератометра [21, 31]. Для дальнейшего расчета оптической силы ИОЛ (IOLEmm) используют формулу: $IOLEmm = -$, где L — осевая длина глаза, C — ожидаемая глубина передней камеры артифактичного глаза.

В методе Rosa «истинная» рефракция роговицы (K) вычисляется по формуле: $K = K_{post}/(0,0276 \times L + 0,3635)$, где L — осевая длина глаза, K_{post} — рефракция роговицы после кераторефракционной операции, полученная при кератометрии. Далее для расчета силы ИОЛ используют формулы Holladay и SRK/T [32].

В методе, предложенном Стахеевым А.А. и Балашевичем Л.И., после измерения рефракции оперированной роговицы с помощью стандартного кератометра ($K_{ст}$) «истинную» преломляющую силу рогови-

цы (K) вычисляют по формуле: $K = K_{ст} - e$, где e — поправочный коэффициент, соответствующий величине, на которую изменилась рефракция после радиальной кератотомии; $e = 0,42 \times \Delta CЭ - 1,69$, где $\Delta CЭ$ — рефракционный эффект корригирующей операции (разница в сферозквиваленте рефракции до и после кераторефракционной операции), вычисляемый на основании данных рефракционной истории [14, 33]. Далее для расчета силы ИОЛ используют формулу Hoffer Q.

В 2007 г. Хачатрян Г.Т. и Иошин И.Э. предложили собственный алгоритм расчета оптической силы ИОЛ после эксимерлазерных кераторефракционных операций по поводу миопии [12, 13]. Истинную кривизну роговицы ($K_{ист}$) рассчитывают по формуле: $K_{ист} = K_{получ} \times 0,987$, где $K_{получ}$ — значения кератометрии, полученные при измерении на приборе IOL-Master (Carl Zeiss, Германия). В дальнейшем используется формула Hoffer Q.

Неверное использование кератометрического индекса является причиной ошибок расчета ИОЛ преимущественно у пациентов после лазерных кераторефракционных операций. Кератометрический индекс — это коэффициент перевода радиуса кривизны роговицы (при кератометрии измеряется именно этот показатель) в оптическую силу с учетом кривизны передней и задней поверхностей роговицы [26]. Стандартный кератометрический индекс равен 1,3375 и в настоящее время используется в большинстве кератометров и кератотопографов. Однако после эксимерной абляции стромы роговицы кривизна передней поверхности роговицы изменяется за счет «минус-ткани», при этом исходная кривизна задней поверхности сохраняется [34], в результате этого использование стандартного кератометрического индекса является некорректным. После радиальной кератотомии взаимоотношение кривизны передней и задней поверхности роговицы остается практически исходным [19].

С целью устранения данной ошибки была предложена формула BESSt [34]. Метод основан на определении тотальной оптической силы роговицы (F_{tot}) с помощью кератотопографа Pentacam (Oculus, Германия). Формула имеет следующий вид: $F_{tot} = [1/r_{ant} \times (n_1 - n_0)] + [1/r_{post} \times (n^2 - n_1)] - (d/n_1) \times [1/r_{ant} \times (n_1 - n_0)] \times [1/r_{post} \times (n^2 - n_1)]$, где r_{ant} и r_{post} — радиусы кривизны передней и задней поверхности роговицы, d — толщина роговицы, n_0 — коэффициент преломления воздуха (1,000), n_1 — коэффициент преломления передней поверхности роговицы (1,376), n^2 — коэффициент преломления влаги передней камеры (1,336). В дальнейшем для вычисления силы ИОЛ используют формулу SRK/T.

Некорректное прогнозирование эффективной позиции линзы (ЭПЛ) или глубины артифактичной передней камеры связано с тем, что математический расчет величины ЭПЛ основан на данных осевой длины глаза

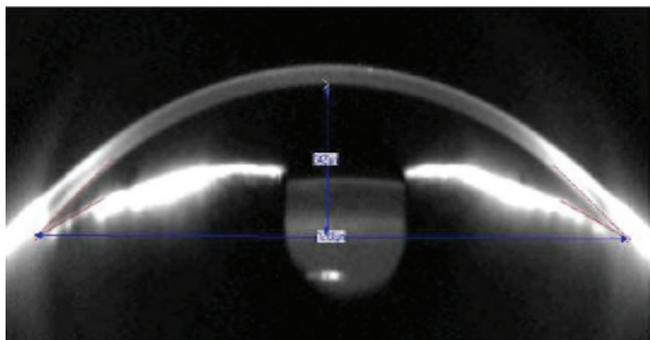


Рис. 3. Оптическое Scheimpflug-сканирование переднего отрезка глаза на приборе Oculus Pentacam.

Fig. 3. Anterior segment Scheimpflug imaging using Oculus Pentacam.

и радиуса кривизны роговицы [35, 36]. Поскольку в результате кераторефракционной операции глубина передней камеры не изменяется, вычисленная величина ЭПЛ по данным измененной кривизны роговицы оказывается неверной, что в последующем ведет к ошибке расчета силы ИОЛ [22]. Для устранения данной ошибки Агамберги в 2003 г. предложил использовать метод двойной кератометрии, который состоит из двух этапов: вычисление ЭПЛ с использованием значения кератометрии до кераторефракционной операции (K_{pre}) и окончательного расчета силы ИОЛ с помощью формулы SRK/T. Данные оптической силы роговицы до кераторефракционной операции берутся из рефракционной истории.

В 2011 г. Dooley предложил метод вычисления ЭПЛ, не зависящий от наличия данных кератометрии до кераторефракционной операции [37]. С помощью кератотопографа Pentacam вычисляется высота роговичного сегмента (H_m) — расстояние от задней поверхности роговицы до точки перекреста и диаметр передней камеры (AC_m) — расстояние между двумя точками угла передней камеры (Рис. 3). Затем полученное значение ЭПЛ применяется в расчете силы ИОЛ с помощью формул SRK/T и Holladay.

Последним источником ошибок из вышеперечисленных является неправильный выбор формулы расчета силы ИОЛ у пациентов после кераторефракционных операций. Одним из методов устранения такого рода ошибок является описанный выше метод Shamas No-History. Другой способ, метод Masket, основанный на регрессионном анализе, предназначен для расчета силы ИОЛ после эксимерлазерных кераторефракционных операций [38]. Masket установил, что основной причиной рефракционных ошибок является изменение соотношения кривизны передней и задней поверхности роговицы вследствие лазерной абляции стромы роговицы. Автор эмпирически выявил, что на каждые 3,0 Дптр миопического LASIK приходится 1,0 Дптр рефракционной ошибки при расчете оптической силы ИОЛ (P). С учетом этого он разработал регрессионную

формулу расчета: $P = K_{pre} - (-0,326) + 0,101$, где K_{pre} — значение кератометрии до эксимерлазерной операции.

Ianchulev и Maskool, независимо друг от друга, предложили новый подход к расчету ИОЛ, учитывающий лишь данные рефракции афакичного глаза [39, 40]. При этом измерение рефракции проводят непосредственно в операционной после удаления катаракты. Расчет силы ИОЛ (P) выполняют по формулам, соответственно: $P = 2,02 \times AR + (A - 118,4)$ и $P = 1,75 \times AR + (A - 118,84)$, где AR — рефракция афакичного глаза, A — константа ИОЛ. Недостатком этих формул является то, что они были получены по результатам исследований на небольшом количестве пациентов, и необходимость наличия в операционной большого ряда ИОЛ с различной оптической силой.

Беликова Е. И. [41] при расчетах оптической силы ИОЛ на глазах после ранее перенесенной радиальной кератотомии предлагает использовать не менее двух формул третьего поколения (SRK/T, Holladay) с учетом дополнительных индивидуальных поправок, полученных эмпирическим путем. А именно, при количестве насечек менее 8 к силе ИОЛ, рассчитанной на эметропию, следует прибавлять 2,5 Дптр в сторону миопии, при количестве насечек 10 и более — 3,0 Дптр в сторону миопии.

Таким образом, существует целый ряд методов, направленных на минимизацию рефракционных ошибок при интраокулярной коррекции афакии у пациентов после кераторефракционных операций. Все методы имеют свои преимущества и недостатки. Однако до сих пор не существует единого универсального общепризнанного метода расчета оптической силы ИОЛ, дающего точное попадание в запланированную рефракцию, поэтому данная проблема до сих пор остается актуальной и требует дальнейших разработок.

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К КОРРЕКЦИИ ИНДУЦИРОВАННОГО АСТИГМАТИЗМА У ПАЦИЕНТОВ, ПЕРЕНЕСШИХ РК

Отдельной проблемой, заслуживающей особого внимания, является возможность интраокулярной коррекции астигматизма у пациентов, перенесших радиальную кератотомию. Для пациентов после эксимерлазерных рефракционных операций данная проблема не столь актуальна, т. к. в случае имеющегося астигматизма до кераторефракционной операции он, как правило, полностью нивелируется после операции.

Возникновение послеоперационного астигматизма у пациентов после РК связывают с нарушением техники операции, в первую очередь, с возникновением микро- и макроперфораций, а также с неравномерными процессами рубцевания в каждом из радиальных разрезов в последующем [3, 8]. В результате центральная зона роговицы уплощается неравномерно, что приводит к значительным оптическим нерегулярностям и возникновению не-

правильного астигматизма, трудно корригируемого оптическими способами. По данным разных авторов, индуцированный астигматизм обнаруживается в 0,3-10% случаев [42, 43].

На сегодняшний день в катарактальной хирургии применяются следующие методики хирургической коррекции астигматизма:

- локализация и модификации катарактального тоннельного разреза;
- передняя дозированная кератотомия;
- эксимерлазерные рефракционные операции;
- имплантация торических ИОЛ.

Коррекция астигматизма с помощью катарактального тоннельного разреза

Известно, что выполнение факоэмульсификации через роговичный тоннель дает офтальмохирургу возможность моделировать конфигурацию роговицы, выбирая место расположения разреза в зависимости от величины и оси исходного астигматизма [44]. Однако переход на микроразрезы длиной 2,0-2,2 мм сделал их фактически оптически нейтральными, что не позволяет корректировать имеющийся астигматизм в достаточной степени лишь этим методом.

Коррекция астигматизма с помощью передней дозированной кератотомии

Для коррекции астигматизма методом передней дозированной кератотомии прибегают к нанесению глубоких неперфорирующих тангенциальных или циркулярных надрезов, приводящих к изменению кривизны роговицы по оси надрезов [45]. Однако применение данной методики с целью коррекции индуцированного астигматизма после РК нецелесообразно, т.к. механическая прочность роговицы после РК и так значительно снижена. Нанесение дополнительных надрезов также может привести к значительному усилению оптических aberrаций, труднопереносимых пациентом. Значительное снижение механической прочности роговицы может стать причиной развития ятрогенного кератоконуса, появление которого Shaikh и соавт. связывают с наличием тангенциальных рубцов (Рис. 4) [46].

Коррекция астигматизма с помощью эксимерлазерного воздействия на роговицу

В настоящее время достаточно эффективным методом решения рефракционных проблем в хирургии катаракты является применение эксимерлазерных методик — LASIK и фемто-LASIK, позволяющих проводить коррекцию не только любых рефракционных нарушений, в том числе нерегулярного астигматизма и aberrаций высших порядков, но и нивелировать возможные ошибки, связанные с неправильным расчетом оптической силы ИОЛ [47]. На основе технологии LASIK в хирургии катаракты появилось новое направление, основанное на принципе биоптики, т.е. на сочетании хирургического вмешательства на хрусталике (экстракция катаракты с имплантацией ИОЛ) и эксимерлазерного воздействия на роговице. Применительно к коррекции индуцированного астигматизма у пациентов с катарактой после РК первым этапом выполняют факоэмульсификацию катаракты с импланта-

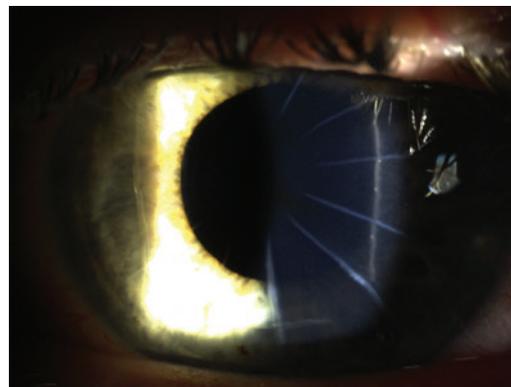


Рис. 4. На фоне радиальных кератотомических рубцов видны две тангенциальные насечки по меридиану 180°.

Fig. 4. Radial keratotomy scars and two tangential incisions at 180° meridian.

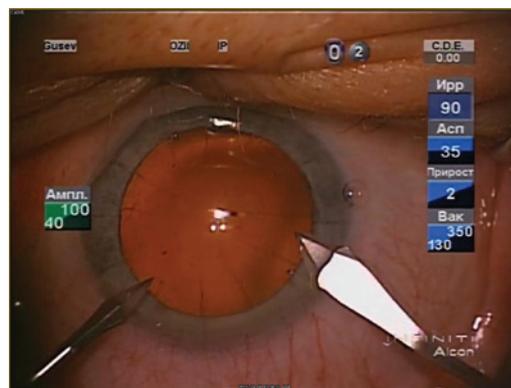


Рис. 5. Локализация основного операционного разреза и парацентеза между кератотомическими рубцами.

Fig. 5. Main corneal incision and paracentesis are localized between keratotomy scars.

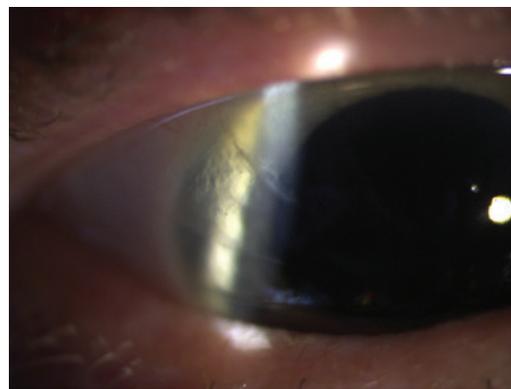


Рис. 6. Зона тоннельного операционного разреза с локализацией между кератотомическими рубцами на 1-е сутки после факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ.

Fig. 6. Tunnel incision is localized between keratotomy scars (1 day after phaco with IOL implantation).

цией монофокальной ИОЛ, вторым — эксимерлазерную коррекцию роговичного астигматизма [48].

Однако эксимерлазерные операции на роговице (LASIK) после проведенной РК не столь безопасны, т. к. неминуемо затрагивают зону рубцов, что может привести к их дезадаптации, стать причинами неправильного расположения клапана, врастания эпителия, диффузного ламеллярного кератита, субэпителиального фиброза, вторичной кератэктазии, длительной рефракционной нестабильности роговицы после повторного вмешательства в связи с ее низкой механической прочностью [49-51].

Более безопасным у пациентов после РК является применение технологии фемто-LASIK. Фемтосекундный лазер позволяет сформировать астигматически нейтральный роговичный клапан с высокой точностью по толщине и диаметру и низкой вероятностью дефектов эпителия [52].

С целью коррекции гиперметропического сдвига и индуцированного астигматизма после РК Анисимов С. И. и соавт. предлагают проводить роговичный кросслинкинг. Выявленное стойкое увеличение жесткости роговицы в проекции радиальных рубцов после проведения данной процедуры уменьшает нерегулярные деформации в оптической части роговицы, что способствует улучшению остроты зрения и возможной коррекции астигматизма [53].

ИМПЛАНТАЦИЯ ТОРИЧЕСКИХ ИОЛ

Преимуществом имплантации торических ИОЛ является возможность одновременно с экстракцией катаракты, без дополнительного хирургического вмешательства, провести коррекцию исходного роговичного астигматизма и получить в раннем послеоперационном периоде высокую остроту зрения. При этом залогом успешной имплантации является точное определение исходной оси астигматизма: в настоящее время большое значение придается параметрам не только передней поверхности роговицы, но и задней [54]. Имплантация торических ИОЛ с целью коррекции индуцированного астигматизма после РК изучена мало

и является довольно рискованной. В большинстве случаев у пациентов после РК имеется неправильный астигматизм, который характеризуется локальными изменениями преломляющей силы на разных участках одного меридиана. Считается, что наличие неправильного астигматизма является противопоказанием к имплантации торических ИОЛ [55]. В доступной литературе мы встретили единичные публикации, посвященные имплантации торических ИОЛ после РК [56]. Таким образом, данная проблема является актуальной и требует дальнейших наблюдений и разработок.

Особенности проведения факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ у пациентов после кераторефракционных операций

При наличии роговичного клапана после LASIK тоннельный разрез рекомендуется локализовать ближе к лимбальной зоне [13, 41] с длиной тоннеля не более 2,0 мм, что позволяет избежать попадания ножа в интерфейс и дальнейшей гидратации подлобуктного пространства в ходе факоэмульсификации [41].

В связи со снижением прочности роговицы после РК существует высокий риск расхождения кератотомических рубцов во время факоэмульсификации катаракты [57-59]. Для профилактики подобного осложнения целесообразно формировать роговичный разрез шириной 1,8-2,2 мм с локализацией между кератотомическими рубцами, оставляя зону интактной роговицы от края тоннеля до рубца с обеих сторон не менее 0,5 мм (см. Рис. 5 и 6) [59].

При большом количестве кератотомических рубцов целесообразно прибегнуть к склеральному доступу [59]. Беликова Е. И. рекомендует формировать роговично-склеральный тоннель шириной не более 2,2 мм с заходом в глубокие слои роговицы в промежутках между кератотомическими рубцами. Если в процессе операции происходит расхождение кератотомического рубца, в обязательном порядке требуется наложение фиксирующего шва для профилактики опорожнения передней камеры и децентрации ИОЛ [41].

Мнение авторов может не совпадать с позицией редакции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федоров С. Н., Ивашина А. И., Гудечков В. Б. Возможности хирургической коррекции астигматизма методом передней неперфорирующей кератотомии. Вестник офтальмологии 1984; 3: 16-18.
2. Федоров С. Н., Ивашина А. И., Федченко О. Т., Москвичев А. Л. Хирургическая коррекция миопической анизометропии методом передней кератотомии. Вестник офтальмологии 1984; 1: 15-19.
3. Федоров С. Н. Характеристика техники хирургической операции радиальной кератотомии по поводу миопии высокой степени. Вестник офтальмологии 1983; 5: 20-22.
4. Федоров С. Н. Причины послеоперационных осложнений после радиальной кератотомии. Вестник офтальмологии 1986; 2: 16-19.
5. Румянцева О. А. Некоторые проблемы рефракционной и эксимерлазерной хирургии. Факторы риска и причины развития осложнений. Клиническая офтальмология 2001; 3: 97-101.
6. Minarik K. R. Correction vision after RK. Optom. Manage. 1995; 30; 6: 34-36.
7. Assessing the iron status of populations. World Health Organisation. Geneva, 2010.
8. Балашевич Л. И. Рефракционная хирургия. СПб: Издательский дом СПбМАПО; 2002.
9. Deitz M. R., Sanders D. R. Progressive hyperopia with long-term following of radial keratotomy. Arch. Ophthalmol. 1985; 103: 782.
10. Mimura T., Fujimura S., Yamagami S., Usui T., Honda N, Shirakawa R, Fukuoka S, Amano S. Severe hyperopic shift and irregular astigmatism after radial keratotomy. Eye Contact Lens 2009; 35 (6): 345-347.
11. Бикбов М. М., Бикбулатова А. А., Пасикова Н. В. Анатомо-функциональное состояние глаза после передней радиальной кератотомии в отдаленном периоде. Обзор литературы. Катарактальная и рефракционная хирургия 2015; 15 (1): 4-12.

12. Иошин И.Э. Интраокулярная коррекция афакии. М.: Апрель; 2014.
13. Stakheev A.A. Balashevich L.J. Corneal power determination after prior corneal refractive surgery for intraocular lens calculation. *Cornea* 2003; 22: 214-220.
14. Staheev A.A. Intraocular lens calculation for cataract after prior radial keratotomy. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 2002; 22: 289-295.
15. Богущ И.В. Комбинированный метод определения оптической силы интраокулярных линз после радиальной кератотомии. *Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук* 2009; 138 (4): 93-99.
16. Gimbel H.V., Sun R., Kaye G.B. Refractive error in cataract surgery after prior refractive surgery. *J. Cataract Refract. Surg.* 2000; 26 (1): 142-144.
17. Gimbel H.V., Sun R. Accuracy and predictability of intraocular lens power calculation after laser in situ keratomileusis. *J. Cataract Refract. Surg.* 2001; 27 (1): 571-576.
18. Hoffer K.J. Calculation of intraocular lens power in postradial keratotomy eyes. *Ophthalmic Pract.* 1994; 12: 242-244.
19. Holladay J.T. Cataract surgery in patients with prior keratorefractive surgery (RK, PRK and LASIK). *Ophthalmic Pract.* 1997; 15: 238-244.
20. Seitz B., Langenbucher A. Intraocular lens power calculation in eyes after corneal refractive surgery. *J. Refract. Surgery*; 2000; 16: 349-361.
21. Feiz V. Intraocular lens power calculation after corneal refractive surgery. *Middle East Afr. J. Ophthalmol.* 2010; 17 (1): 63-68.
22. Aramberri J. Intraocular lens power calculation after corneal refractive surgery: double-K method. *J. Cataract Refract. Surg.* 2003; 29: 2063-2068.
23. Chen L., Mannis M.J., Salz J.J., Garcia-Ferrer F.J., Ge J. Analysis of intraocular lens power calculation in post-radial keratotomy eyes. *J. Cataract Refract. Surg.* 2003; 29: 65-70.
24. Wang L., Booth M.A., Koch D.D. Comparison of intraocular lens power calculation methods in eyes that have undergone LASIK. *Ophthalmology.* 2004; 11: 1825-1831.
25. Varssano D., Rapuano C.J., Luchs J.L. Comparison of keratometric values of healthy and diseased eyes measured by Javal keratometer, Eye Sys and PAR. *J. Cataract Refract. Surg.* 1997; 23: 419-422.
26. Балашевич Л.И., Качанов А.Б. Клиническая корнеотопография и aberрометрия. М.: ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова»; 2008.
27. Viteri E. Using the Pentacam for IOL power calculation. *Highlights Ophthalmol.* 2008; 36 (3): 13-16.
28. Holladay J.T. Calculations in refractive surgery: IOL calculation following radial keratotomy surgery. *Refract. Corneal Surg.* 1989; 5: 203.
29. Haigis W. Corneal power after refractive surgery for myopia: Contact lens method. *J. Cataract Refract. Surg.* 2003; 29: 1397-1411.
30. Saiki M., Negishi K., Kato N., Ogino R., Arai H., Toda I., Dogru M., Tsubota K. Modified double-K method for intraocular lens power calculation after excimer laser corneal refractive surgery. *J. Cataract Refract. Surg.* 2013; 39 (4): 556-562.
31. Shammas H.J., Shammas M.C. No-history method of intraocular lens power calculation for cataract surgery after myopic laser in situ keratomileusis. *J. Cataract Refract. Surg.* 2007; 33: 31-36.
32. Rosa N., Capasso L., Lanza M., Iaccarino G., Romano A. Reliability of a new correcting factor in calculating intraocular lens power after refractive corneal surgery. *J. Cataract Refract. Surg.* 2005; 31: 1020-1024.
33. Стахеев А.А., Балашевич Л.И. Новый метод расчета силы интраокулярных линз для пациентов с катарактой, перенесших ранее радиальную кератотомию. *Офтальмохирургия* 2008; 2: 26-33.
34. Borasio E., Stevens J., Smith G.T. Estimation of true corneal power after keratorefractive surgery in eyes requiring cataract surgery: BESSt formula. *J. Cataract Refract. Surg.* 2006; 32: 2204-2014.
35. Retzlaff J., Sanders D.R., Kraff M.C. Development of the SRK/T intraocular lens implant power calculation formula. *J. Cataract Refract. Surg.* 1990; 16: 333-340.
36. Hoffer K.J. The Hoffer Q formula: a comparison of theoretic and regression formulas. *J. Cataract Refract. Surg.* 1993; 19: 700-712.
37. Dooley I., Charalampidou S., Nolan J., Loughman J., Molloy L., Beatty S. Estimation of effective lens position using a method independent of preoperative keratometry readings. *J. Cataract Refract. Surg.* 2011; 37: 506-512.
38. Masket S., Masket S.E. Simple regression formula for intraocular lens power adjustment in eyes requiring cataract surgery after excimer laser photoablation. *J. Cataract Refract. Surg.* 2006; 32: 430-434.
39. Ianchulev T., Salz J., Hoffer K., Albini T., Hsu H., Labree L. Intraoperative optical refractive biometry for intraocular lens power estimation without axial length and keratometry measurements. *J. Cataract Refract. Surg.* 2005; 31: 1530-1536.
40. Mackool R.J., Ko W., Mackool R. Intraocular lens power calculation after laser in situ keratomileusis: Aphakic refraction technique. *J. Cataract Refract. Surg.* 2006; 32: 435-437.
41. Беликова Е.И. Интраокулярная коррекция пресбиопии и астигматизма у пациентов после LASIK и радиальной кератотомии. *Офтальмохирургия* 2011; 3: 5-9.
42. Sawelson H., Marks R.G. Five-year results of radial keratotomy. *Refract. Corneal Surg.* 1989; 5: 8-20.
43. Waring G.O. 3rd, Lynn M.J., Strahlman E.R., Kutner M.H., Culbertson W., Laibson P.R., Linstrom R.D., McDonald M. B., Myers W.D., Obstbaum S.A. et al. Stability of refraction during four years after radial keratotomy in the Prospective Evaluation of Radial Keratotomy study. *Am. J. Ophthalmol.* 1991; 111: 133-144.
44. Fine I.H. Self-sealing corneal tunnel incision for small-incision cataract surgery. *Ocular Surg. News.* 1992; 10 (9): 38-39.
45. Федоров С.Н., Дурнев В.В. Хирургическая коррекция сложного миопического астигматизма методом передней кератотомии. *Офтальмологический журнал* 1979; 4: 210-213.
46. Shaikh S., Shaikh N.M., Manche E. Iatrogenic keratoconus as a complication of radial keratotomy. *J. Cataract Refract. Surg.* 2002; 28: 553-555.
47. Дора А.В. К вопросу об индуцированных аметропиях и их эксимерлазерной коррекции. *Офтальмохирургия* 2003; 51: 44-47.
48. Shah S.B., Lingua R.W., Kim Ch.H., Peters N.T. Laser in situ keratomileusis to correct residual myopia and astigmatism after radial keratotomy. *J. Cataract Refract. Surg.* 2000; 26: 1152-1157.
49. Lyle W.A., Jin G.J. Laser in situ keratomileusis for consecutive hyperopia after myopic LASIK and radial keratotomy. *J. Cataract Refract. Surg.* 2003; 29: 879-888.
50. Kamiya K., Shimizu K. Implantable collamer lens for hyperopia after radial keratotomy. *J. Cataract Refract. Surg.* 2008; 34: 1403-1404.
51. Clausse M.A., Boutros G., Khanjian G., Wagner C., Garabet A.L. A retrospective study of laser in situ keratomileusis after radial keratotomy. *J. Cataract Refract. Surg.* 2001; 17: 200-201.
52. Трубилин В.Н., Пожарицкий М.Д. Сочетанное применение фемтосекундного лазерного воздействия и персонализированной абляции роговицы как новая медицинская технология хирургической коррекции рефракционных нарушений у пациентов после перенесенной радиальной кератотомии. *Офтальмология* 2009; 4: 4-9.
53. Анисимов С.И., Пожарицкий М.Д., Ларионов Е.В., Анисимова С.Ю., Капкова С.Г., Курбатова Г.А., Золоторевский К.А., Смотрич Е.А. Первый опыт коррекции прогрессирующего гиперметропического сдвига методом роговичного кросслинкинга у пациентов, перенесших в прошлом радиальную кератотомию. *Офтальмология* 2010; 4: 5-10.
54. Koch D.D., Ali S.F., Weikert M.P., Shirayama M., Jenkins R., Wang L. Contribution of posterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism. *J. Cataract Refract. Surg.* 2012; 38: 2080-2087.
55. Hill W.E. IOL Calculations after refractive surgery. *Adv. Ocular Care.* 2011: 17-19.
56. Tahzib N.G., Eggink F., Odental M., Nuijts R. Artizan iris-fixated toric phakic and aphakic intraocular lens implantation for the correction of astigmatic refractive error after radial keratotomy. *J. Cataract Refract. Surg.* 2007; 33: 531-535.
57. Behl S., Kothari K. Rupture of a radial keratotomy incision after 11 years during clear corneal phacoemulsification. *J. Cataract Refract. Surg.* 2001; 27: 1132-1134.
58. Freeman M., Kumar V., Ramanathan U.S., O'Neill E. Dehiscence of radial keratotomy incision during phacoemulsification. *Eye.* 2004; 18: 101-103.
59. Бикбулатова А.А., Пасикова Н.В. Фактоэмulsификация катаракты через 19 лет после радиальной кератотомии (клинический случай). *Современные технологии в офтальмологии* 2014; 3: 23-25.

REFERENCES

1. Fedorov S.N., Ivashina A.I., Gudechov V.B. [Surgical correction of astigmatism by anterior non-perforating keratotomy]. *Vozможnosti khirurgicheskoy korektsii astigmatizma metodom peredney neperforiruyushchey keratotomii.* [Annals of Ophthalmology]. *Vestnik oftal'mologii.* 1984; 5: 16-18. (in Russ.).

2. Fedorov S.N., Ivashina A.I., Fedchenko O.T., Moskvichev A.L. [Surgical correction of myopic anisometropia by anterior keratotomy]. Khirurgicheskaya korrektsiya miopicheskoy anizometrii metodom peredney keratotomii. [Annals of Ophthalmology]. *Vestnik oftalmologii*. 1984; 1: 15-19. (in Russ.).
3. Fedorov S.N. [Characterization of radial keratotomy technique for high myopia]. Kharakteristika tekhniki khirurgicheskoy operatsii radial'noy keratotomii po povodu miopii vysokoy stepeni. [Annals of Ophthalmology]. *Vestnik oftalmologii*. 1983; 5: 20-22. (in Russ.).
4. Fedorov S.N. [The causes of postoperative complications of radial keratotomy]. Prichiny posleoperatsionnykh oslozhneniy posle radial'noy keratotomii. [Annals of Ophthalmology]. *Vestnik oftalmologii*. 1986; 2: 16-19. (in Russ.).
5. Rumyantseva O.A. [Some aspects of refractive and excimer laser surgery. Risk factors and causes of postoperative complications]. Nekotorye problemy refraktsionnoy i eksimerlazernoy khirurgii. Faktory riska i prichiny razvitiya oslozhneniy. [Clinical Ophthalmology]. *Klinicheskaya oftalmologiya*. 2001; 3: 97-101. (in Russ.).
6. Minarik K.R. Correction vision after RK. *Optom. Manage*. 1995. 30; 6: 34-36.
7. Assessing the iron status of populations. World Health Organisation. Geneva, 2010.
8. Balashevich L.I. [Refractive surgery]. *Refraktsionnaya khirurgiya*. St. Petersburg, Izdatel'skiy dom SPbMAPO, 2002. (in Russ.).
9. Deitz M.R., Sanders D.R. Progressive hyperopia with long-term following of radial keratotomy. *Arch. Ophthalmol*. 1985; 103: 782.
10. Mimura T., Fujimura S., Yamagami S., Usui T., Honda N., Shirakawa R., Fukuoka S., Amano S. Severe hyperopic shift and irregular astigmatism after radial keratotomy. *Eye Contact Lens*. 2009; 35 (6): 345-347.
11. Bikbov M.M., Bikbulatova A.A., Pasikova N.V. [Long-term anatomic and functional outcomes of anterior radial keratotomy (a review)]. Anatomico-funktsional'noe sostoyaniye glaza posle peredney radial'noy keratotomii v otdalennom periode. *Obzornyye literatura*. [Cataract & Refractive Surgery]. *Kataraktal'naya i refraktsionnaya khirurgiya*. 2015; 15 (1): 4-12. (in Russ.).
12. Ioshin I.E. [Intraocular correction of aphakia]. *Intraokulyarnaya korrektsiya afakii*. Moscow, Aprel', 2014. (in Russ.).
13. Stakheev A.A., Balashevich L.I. Corneal power determination after prior corneal refractive surgery for intraocular lens calculation. *Cornea*. 2003; 22: 214-220.
14. Stakheev A.A. Intraocular lens calculation for cataract after prior radial keratotomy. *Ophthalmic Physiol. Opt*. 2002; 22: 289-295.
15. Bogush I.V. [Combined method of IOL power calculation after radial keratotomy]. Kombinirovannyi metod opredeleniya opticheskoy sily intraokulyarnykh linz posle radial'noy keratotomii. [Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences]. *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk*. 2009; 138 (4): 93-99. (in Russ.).
16. Gimbel H.V., Sun R., Kaye G.B. Refractive error in cataract surgery after prior refractive surgery. *J. Cataract Refract. Surg*. 2000; 26 (1): 142-144.
17. Gimbel H.V., Sun R. Accuracy and predictability of intraocular lens power calculation after laser in situ keratomileusis. *J. Cataract Refract. Surg*. 2001; 27 (1): 571-576.
18. Hoffer K.J. Calculation of intraocular lens power in postradial keratotomy eyes. *Ophthalmic Pract*. 1994; 12: 242-244.
19. Holladay J.T. Cataract surgery in patients with prior keratorefractive surgery (RK, PRK and LASIK). *Ophthalmic Pract*. 1997; 15: 238-244.
20. Seitz B., Langenbucher A. Intraocular lens power calculation in eyes after corneal refractive surgery. *J. Refract. Surgery*; 2000; 16: 349-361.
21. Hoffer K.J. Calculating corneal power after refractive surgery. *Cataract Refract. Surg. Today*. 2004; 23-25.
22. Aramberri J. Intraocular lens power calculation after corneal refractive surgery: double-K method. *J. Cataract Refract. Surg*. 2003; 29: 2063-2068.
23. Chen L., Mannis M.J., Salz J.J., Garcia-Ferrer F.J., Ge J. Analysis of intraocular lens power calculation in post-radial keratotomy eyes. *J. Cataract Refract. Surg*. 2003; 29: 65-70.
24. Wang L., Booth M.A., Koch D.D. Comparison of intraocular lens power calculation methods in eyes that have undergone LASIK. *Ophthalmology*. 2004; 11: 1825-1831.
25. Varssano D., Rapuano C.J., Luchs J.L. Comparison of keratometric values of healthy and diseased eyes measured by Javal keratometer, Eye Sys and PAR. *J. Cataract Refract. Surg*. 1997; 23: 419-422.
26. Balashevich L.I., Kachanov A.B. [Clinical corneal topography and aberrometry]. *Klinicheskaya korrektopografiya i aberrometriya*. Moscow, FGBU «MNTK «Mikrokhirurgiya glaza» im. akad. S.N. Fedorova», 2008. (in Russ.).
27. Viteri E. Using the Pentacam for IOL power calculation. *Highlights Ophthalmol*. 2008; 36 (3): 13-16.
28. Holladay J.T. Calculations in refractive surgery: IOL calculation following radial keratotomy surgery. *Refract. Corneal Surg*. 1989; 5: 203.
29. Haigis W. Corneal power after refractive surgery for myopia: Contact lens method. *J. Cataract Refract. Surg*. 2003; 29: 1397-1411.
30. Saiki M., Negishi K., Kato N., Ogino R., Arai H., Toda I., Dogru M., Tsubota K. Modified double-K method for intraocular lens power calculation after excimer laser corneal refractive surgery. *J. Cataract Refract. Surg*. 2013; 39 (4): 556-562.
31. Shammam H.J., Shammam M.C. No-history method of intraocular lens power calculation for cataract surgery after myopic laser in situ keratomileusis. *J. Cataract Refract. Surg*. 2007; 33: 31-36.
32. Rosa N., Capasso L., Lanza M., Iaccarino G., Romano A. Reliability of a new correcting factor in calculating intraocular lens power after refractive corneal surgery. *J. Cataract Refract. Surg*. 2005; 31: 1020-1024.
33. Stakheev A.A., Balashevich L.I. [A novel method of IOL power calculation in cataract patients with prior radial keratotomy]. Novyy metod rascheta sily intraokulyarnykh linz dlya patsientov s kataraktov, perenessikh ranee radial'nyu keratotomiyu. [Ophthalmosurgery]. *Oftal'mokhirurgiya*. 2008; 2: 26-33. (in Russ.).
34. Borasio E., Stevens J., Smith G.T. Estimation of true corneal power after keratorefractive surgery in eyes requiring cataract surgery: BESSt formula. *J. Cataract Refract. Surg*. 2006; 32: 2204-2014.
35. Retzlaff J., Sanders D.R., Kraff M.C. Development of the SRK/T intraocular lens implant power calculation formula. *J. Cataract Refract. Surg*. 1990; 16: 333-340.
36. Hoffer K.J. The Hoffer Q formula: a comparison of theoretic and regression formulas. *J. Cataract Refract. Surg*. 1993; 19: 700-712.
37. Dooley I., Charalampidou S., Nolan J., Loughman J., Molloy L., Beatty S. Estimation of effective lens position using a method independent of preoperative keratometry readings. *J. Cataract Refract. Surg*. 2011; 37: 506-512.
38. Masker S., Masker S.E. Simple regression formula for intraocular lens power adjustment in eyes requiring cataract surgery after excimer laser photoablation. *J. Cataract Refract. Surg*. 2006; 32: 430-434.
39. Ianchulev T., Salz J., Hoffer K., Albini T., Hsu H., Labree L. Intraoperative optical refractive biometry for intraocular lens power estimation without axial length and keratometry measurements. *J. Cataract Refract. Surg*. 2005; 31: 1530-1536.
40. Mackool R.J., Ko W., Mackool R. Intraocular lens power calculation after laser in situ keratomileusis: Aphakic refraction technique. *J. Cataract Refract. Surg*. 2006; 32: 435-437.
41. Belikova E.I. [Intraocular correction of presbyopia and astigmatism in patients with prior LASIK and radial keratotomy]. Intraokulyarnaya korrektsiya presbiopii i astigmatizma u patsientov posle LASIK i radial'noy keratotomii. [Ophthalmosurgery]. *Oftal'mokhirurgiya*. 2011; 3: 5-9. (in Russ.).
42. Sawelson H., Marks R.G. Five-year results of radial keratotomy. *Refract. Corneal Surg*. 1989; 5: 8-20.
43. Waring G.O. 3rd, Lynn M.J., Strahlman E.R., Kutner M.H., Culbertson W., Laibson P.R., Linstrom R.D., McDonald M. B., Myers W.D., Obstbaum S.A. et al. Stability of refraction during four years after radial keratotomy in the Prospective Evaluation of Radial Keratotomy study. *Am.J. Ophthalmol*. 1991; 111: 133-144.
44. Fine I.H. Self-sealing corneal tunnel uncinision for small-incision cataract surgery. *Ocular Surg. News*. 1992; 10 (9): 38-39.
45. Fedorov S.N., Durnev V.V. [Surgical correction of complex myopic astigmatism by anterior keratotomy]. Khirurgicheskaya korrektsiya slozhnogo miopicheskogo astigmatizma metodom peredney keratotomii. [Ophthalmological Journal]. *Oftal'mologicheskii zhurnal*. 1979; 4: 210-213. (in Russ.).
46. Shaikh S., Shaikh N.M., Manche E. Iatrogenic keratoconus as a complication of radial keratotomy. *J. Cataract Refract. Surg*. 2002; 28: 553-555.
47. Doga A.V. [Iatrogenic ametropias and their excimer laser correction]. K voprosu ob indutsirovannykh ametropiyakh i ikh eksimerlazernoy korrektsii. [Ophthalmosurgery]. *Oftal'mokhirurgiya*. 2003; 51: 44-47. (in Russ.).
48. Shah S.B., Lingua R.W., Kim Ch.H., Peters N.T. Laser in situ keratomileusis to correct residual myopia and astigmatism after radial keratotomy. *J. Cataract Refract. Surg*. 2000; 26: 1152-1157.
49. Lyle W.A., Jin G.J. Laser in situ keratomileusis for consecutive hyperopia after myopic LASIK and radial keratotomy. *J. Cataract Refract. Surg*. 2003; 29: 879-888.
50. Kamiya K., Shimizu K. Implantable collamer lens for hyperopia after radial keratotomy. *J. Cataract Refract. Surg*. 2008; 34: 1403-1404.

-
51. Clause M.A., Boutros G., Khanjian G., Wagner C., Garabet A.L. A retrospective study of laser in situ keratomileusis after radial keratotomy. *J. Cataract Refract. Surg.* 2001; 17: 200-201.
 52. Trubilin V.N., Pozharitskiy M.D. [Combination of femtosecond laser and customized corneal ablation as a novel medical technology of refractive error surgical correction in patients with prior radial keratotomy]. Sochetannoe primeneniye femtosekundnogo lazernogo vozdeystviya i personalizirovannoy ablyatsii rogovitsy kak novaya meditsinskaya tekhnologiya khirurgicheskoy korrektsii refraktsionnykh narusheniy u patsientov posle perenesennoy radial'noy keratotomii. [Ophthalmology]. *Oftal'mologiya.* 2009; 4: 4-9. (in Russ.).
 53. Anisimov S.I., Pozharitskiy M.D., Larionov E.V., Anisimova S.Yu., Kapkova S.G., Kurbatova G.A., Zolotarevskiy K.A., Smotrich E.A. [The first experience of the correction of progressive hyperopic shift by corneal crosslinking in patients with prior radial keratotomy]. Pervyy opyt korrektsii progressiruyushchego gipertropicheskogo sdviga metodom rogovichnogo krosslinkinga u patsientov, perenessikh v proshlom radial'nyu keratotomiyu. [Ophthalmology]. *Oftal'mologiya.* 2010; 4: 5-10. (in Russ.).
 54. Koch D.D., Ali S.F., Weikert M.P., Shirayama M., Jenkins R., Wang L. Contribution of posterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism. *J. Cataract Refract. Surg.* 2012; 38: 2080-2087.
 55. Hill W.E. IOL Calculations after refractive surgery. *Adv. Ocular Care.* 2011: 17-19.
 56. Tahzib N.G., Eggink F., Odental M., Nuijts R. Artizan iris-fixed toric phakic and aphakic intraocular lens implantation for the correction of astigmatic refractive error after radial keratotomy. *J. Cataract Refract. Surg.* 2007; 33: 531-535.
 57. Behl S., Kothari K. Rupture of a radial keratotomy incision after 11 years during clear corneal phacoemulsification. *J. Cataract Refract. Surg.* 2001; 27: 1132-1134.
 58. Freeman M., Kumar V., Ramanathan U.S., O'Neill E. Dehiscence of radial keratotomy incision during phacoemulsification. *Eye.* 2004; 18: 101-103.
 59. Bikbulatova A.A., Pasikova N.V. [Phacoemulsification performed in 19 years after radial keratotomy (clinical case)]. Fakoemul'sifikatsiya katarakty cherez 19 let posle radial'noy keratotomii (klinicheskiy sluchay). [Modern Technologies in Ophthalmology]. *Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii.* 2014; 3: 23-25. (in Russ.).