

Проблемы интраокулярной коррекции у пациентов после радиальной кератотомии



Н.С. Тимофеева

Чебоксарский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
просп. Транкторостроителей, 10, Чебоксары, 428028, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2026;23(2):259–267

Широкое распространение радиальной кератотомии (РКТ) в конце прошлого столетия определило многочисленные сложности при планировании интраокулярной коррекции в данной группе пациентов, связанные с расчетом оптической силы интраокулярной линзы (ИОЛ), выбором вида интраокулярной коррекции и особенностями выполнения хирургического вмешательства. Посткератотомические деформации, как правило, сопровождаются иррегулярными изменениями передней и задней поверхностей роговицы и, несмотря на появление новых формул расчета, делают рефракционный результат труднопредсказуемым. Современные методы исследования позволяют детально анализировать кератотопографические показатели в сложных клинических ситуациях при определении показаний к имплантации торических ИОЛ. При этом широкий выбор ИОЛ различных видов и конструкций, обладающих функциональностью для получения зрения на разных дистанциях, позволяет не ограничиваться имплантацией только монофокальных ИОЛ, но требует систематизации существующих знаний применительно к пациентам со сложным рельефом поверхности роговицы. Рекомендации по имплантации мультифокальных ИОЛ (МИОЛ) в большинстве случаев носят предостерегающий характер в связи с особенностями формирования изображения при использовании дифракционного дизайна оптической части. Принцип разделения светового потока, сопровождающийся высокой вероятностью появления фотопических феноменов и потенциально влияющий на показатели контрастной чувствительности, в сочетании со сложностью прогнозирования достижения целевой рефракции относятся к основным ограничивающим факторам. Группа линз с расширенной глубиной фокуса лишена многих недостатков МИОЛ, однако также нуждается в исследовании у пациентов с РКТ. Таким образом, вопрос о выборе вида оптической коррекции напрямую определяется рядом факторов, последовательное изучение которых имеет важное практическое значение для определения оптимальной стратегии при планировании интраокулярной коррекции у пациентов с РКТ в анамнезе.

Ключевые слова: радиальная кератотомия, интраокулярная коррекция, ИОЛ с расширенной глубиной фокуса, факоэмульсификация катаракты, мультифокальные ИОЛ

Для цитирования: Тимофеева Н.С. Проблемы интраокулярной коррекции у пациентов после радиальной кератотомии. *Офтальмология*. 2026;23(2):259–267. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-259-267>

Прозрачность финансовой деятельности: автор не имеет финансовой заинтересованности в публикации данного материала.

Конфликт интересов отсутствует.



Problems of Intraocular Correction in Patients after Radial Keratotomy

N.S. Timofeyeva

Cheboksary Branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Traktostroiteley ave., 10, Cheboksary, 428028, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):259–267

Widespread use of radial keratotomy (RKT) at the end of the last century determined numerous difficulties in planning intraocular correction in this group of patients associated with the calculation of the optical power of the intraocular lens (IOL), the choice of the type of intraocular correction and the specifics of surgical intervention. Postkeratotomy deformations are usually accompanied by irregular changes in the anterior and posterior surfaces of the cornea, and, despite the advent of new calculation formulas, make the refractive result difficult to predict. Modern research methods allow a detailed analysis of keratotopographic parameters in complex clinical situations when determining indications for implantation of toric IOLs. At the same time, a wide range of IOLs of various types and designs, with functionality of obtaining vision at different distances, allows not only implantation of monofocal IOLs, but requires systematization of existing knowledge, in relation to patients with complex corneal surface relief. Recommendations for implantation of multifocal IOLs (MIOLs) are in most cases of a cautionary nature due to the peculiarities of image formation when using the diffraction design of the optical part. The principle of splitting the light flux, accompanied by a high probability of photopic phenomena and potentially affecting the indices of contrast sensitivity, in combination with the difficulty of predicting the achievement of target refraction are among the main limiting factors. The group of lenses with extended depth of focus is free from many of the disadvantages of MIOLs, but also needs to be studied in patients with RKT. Thus, the question of choosing the type of optical correction is directly determined by a number of factors, the consistent study of which is of great practical importance for determining the optimal strategy when planning intraocular correction in patients with a history of RKT.

Keywords: radial keratotomy, intraocular correction, extended focal depth IOL, phacoemulsification, multifocal IOL

For citation: Timofeyeva N.S. Problems of Intraocular Correction in Patients after Radial Keratotomy. *Ophthalmology in Russia*. 2026;23(2):259–267. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-259-267>

Financial Disclosure: the author has no financial interest in publishing this material.

There is no conflict of interests.

Частота встречаемости нарушений рефракции в Российской Федерации составляет 15 % [1]. Высокая заболеваемость миопией среди населения определила важнейшее направление развития современной офтальмохирургии — появление кераторефракционных методов коррекции. По данным литературы, в стране было выполнено более 5,5 млн операций радиальной кератотомии (РКТ), в структуре МНТК — более 600 тыс. [2]. Большое количество прооперированных методом РКТ пациентов в настоящее время достигло возраста хирургического лечения катаракты (50–70 лет), что стало настоящим вызовом для катарактальных хирургов.

В течение 10 лет после внедрения и широкого применения метода РКТ были сформированы две основные технологии ее выполнения: американская, согласно которой разрезы выполнялись от центра к периферии, и русская — с разрезами от лимба к краю оптической области. В последующем на основе уже существующих методов была разработана комбинированная методика Genesis, заключающаяся в проведении предоперационной пахиметрии для определения размера центральной оптической зоны и выполнения насечек в первую очередь в самом тонком квадранте роговицы. Данный метод отличался безопасностью и эффективностью и обеспечивал большее уплощение роговицы и меньшую вариативность роговичных разрезов [3].

Проведенное в 1980 г. многоцентровое исследование РКТ — Prospective Evaluation of Radial Keratotomy (PERK) — показало снижение степени миопии у всех пациентов: в 88 % случаев некорригированная острота зрения (НКОЗ) составляла 20/40 и выше. Однако не все пациенты были удовлетворены результатами операции. Через 1 год после проведенной РКТ 34 % пациентов сообщили о нестабильности остроты зрения, 17 % — о серьезных проблемах с бликами, 48 % — были очень довольны, 42 % — умеренно удовлетворены и 10 % — крайне недовольны результатами вмешательства [4].

АНАТОМИЧЕСКИЕ И РЕФРАКЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГЛАЗ ПОСЛЕ РКТ

Анатомически измененная поверхность роговицы, определяемая как патологическая деформация роговицы, имеет целый ряд особенностей, требующих учета при планировании хирургического вмешательства при катаракте. Нестабильные и иррегулярные показатели кератометрии, связанные с отсутствием прямолинейности хода роговичных разрезов, неравномерной глубиной прорезания и рубцевания, смещением или малым диаметром оптической зоны, внедрением в лимбальную область, и множество других факторов, имеющих хирургическое происхождение или связанных с биомеханикой роговицы, оказывают влияние на адекватную оценку преломляющей силы роговицы.

Н.С. Тимофеева

Контактная информация: Тимофеева Нина Сергеевна nina8820@yandex.ru

Проблемы интраокулярной коррекции у пациентов после радиальной кератотомии

Проведенный регрессионный анализ показал, что эффект от кератотомических рубцов изменяется с каждым последующим десятилетием на 0,4–0,6 дптр, сопровождается нарастанием гиперметрического сдвига [5]. Во многом это связано с техникой проведения РКТ и стремлением хирургов достичь максимально возможного рефракционного результата. Глубокие разрезы, выполненные с перфорацией десцеметовой мембраны, приводят к ослаблению механических свойств роговицы и развитию прогрессирующей эктазии ее периферической части, усугубляющейся возрастными изменениями. Баланс между внутриглазным давлением (ВГД) и биомеханическими свойствами роговицы определяет уровень уплощения ее вершины и формирование периферического «бублика». В последующем изменения ВГД влияют на флюктуацию зрения и вызывают появление индуцированного астигматизма [2]. Исследование стабильности показателей после перенесенной РКТ выявило, что в 60 % случаев наблюдаются суточные колебания остроты зрения и данных рефрактометрии, причины которых до сих пор остаются дискуссионными (отек роговицы, повышение ВГД и др.) [6, 7]. Установлено, что в большинстве случаев наиболее выраженные суточные колебания остроты зрения наблюдаются в утренние часы, что связано с уплощением поверхности роговицы в ночное время [8]. Вариабельность основных показателей преломляющей силы роговицы также обнаруживается и при долгосрочном наблюдении [9].

В работе О.И. Розановой и соавт. при анализе элементарного профиля роговицы по протоколу Corneal Rings (Pentacam HR, Oculus, Германия) были выделены 6 деформационных паттернов, основанных на комбинации различных профилей по типу «замкнутого» и «незамкнутого» кольца выпячивания и иррегулярного искривления [10]. Предложенное разделение деформаций роговицы позволяет анализировать иррегулярность передней и задней поверхностей роговицы, оптимизировать процесс расчета оптической силы интраокулярной линзы (ИОЛ) и может влиять на решения о выборе вида интраокулярной коррекции у пациентов после РКТ.

Особого внимания заслуживает процесс рубцевания роговицы, который остается незавершенным в течение всей жизни. Он определяется гистологической структурой сформированных рубцов, которая обуславливает их механическую непрочность [11, 12]. В связи с этим хирургия катаракты, как правило, сопровождается высоким риском расхождения несостоятельных кератотомических рубцов и требует наложения швов. С целью предупреждения данного осложнения рекомендуется выполнение роговичного разреза шириной 1,8–2,2 мм между кератотомическими рубцами [13]. В связи с этим Е.Н. Пантелеевым на основе математических расчетов было предложено безопасное расстояние, составившее 0,6 мм, между кератотомическим рубцом и краем основного тоннеля [14].

Одним из вариантов исхода незавершенного процесса рубцевания может быть формирование посткератотомической эктазии, встречающейся, по данным авторов, в 6,5 % случаев [15]. Данное осложнение сопровождается истончением роговицы, увеличением ее кривизны, выраженным уплощением роговицы в центре, миопическим сдвигом и возникновением иррегулярного астигматизма. Подобные изменения часто обусловлены нарушением технологии выполнения РКТ (перфорация роговицы, пересечение радиальных разрезов тангенциальными и др.).

Таким образом, анатомические особенности глаз после РКТ отличаются сложным рельефом передней и задней поверхности роговицы, сопровождаются выраженной иррегулярностью и нестабильностью кератометрических показателей, что требует тщательного подхода на этапе планирования хирургического вмешательства.

ИНТРАОКУЛЯРНАЯ КОРРЕКЦИЯ

Пациенты, перенесшие РКТ и получившие возможность обходиться без очков и контактных линз в молодости и в период начала зрелости, подходя к следующему возрастному этапу, также выражают желание иметь полноценное зрение на разных дистанциях. В связи с этим данная группа пациентов отличается повышенными требованиями к результатам хирургического лечения катаракты. Так, А. Gwon, представляя результаты PERK, отметил более раннее помутнение хрусталика у пациентов после РКТ по сравнению с аналогичной возрастной группой. В группе пациентов после РКТ в возрасте 44 лет катаракта была диагностирована в 22 % случаев, в то время как в группе пациентов без РКТ она была обнаружена у 2,1–8,5 % пациентов.

За последние 75 лет на рынке появилось более 100 видов ИОЛ с различной функциональностью [16]. Наряду с многообразием ИОЛ существуют различные классификации, что еще больше усложняет выбор оптимального вида коррекции в различных клинических ситуациях. Обновленная Международной организацией по стандартизации (ISO) в 2024 г. классификация описывает 4 основные категории ИОЛ в зависимости от конструкции и/или клинических характеристик: монофокальные, торические, для одновременного зрения (SVIOL) и аккомодирующие (AIOL). Конструктивно выделено пять основных видов ИОЛ: мультифокальные, линзы с расширенной глубиной фокуса (Extended Depth of Focus IOL (EDOF)), монофокальные с увеличенной глубиной фокуса (моно-EDOF), монофокальные асферические и сферические линзы [17].

МОНОФОКАЛЬНЫЕ ИОЛ

Проблемы интраокулярной коррекции, связанные со сложностью прогнозирования итогового функционального результата, сформировали устойчивое мнение у большинства оперирующих хирургов относительно выбора вида интраокулярной коррекции у пациентов после

РКТ. Имплантация монофокальной ИОЛ до сих пор рассматривается многими исследователями как единственно правильное решение для этой категории пациентов [18].

Существующая вариабельность клинических исходов факоэмульсификации и высокая вероятность получения побочных эффектов (фотопических феноменов) имеет значение для удовлетворенности пациентов полученным результатом. Большинство жалоб пациентов после операции касаются размытости изображения, искажений, нечеткости даже при удовлетворительных показателях послеоперационной рефракции, данные побочные явления могут быть связаны с некорригированными абберациями высшего порядка. Авторы, оценивающие изменения глазных аббераций после кераторефракционных операций, показали сдвиг с аббераций третьего порядка (абберации, подобные коме) на доминирование аббераций четвертого порядка (сферические абберации, СА) [19]. При этом рост значений СА прямо пропорционально коррелировал с предоперационной рефракцией [20].

Разнообразие асферических монофокальных ИОЛ, имеющих различную величину отрицательной СА, позволяет частично компенсировать изначально завышенные значения положительной СА роговицы, индуцированные РКТ. На практике при превышении величины СА более чем на 0,1 мкм рекомендуется имплантация асферических монофокальных ИОЛ с отрицательной СА, при значениях СА менее 0,1 мкм — имплантация линз с абберационно-нейтральной оптикой или сферических ИОЛ [21].

Таким образом, ориентируясь на результаты исследований СА после РКТ, имплантация ИОЛ с отрицательной СА может рассматриваться как наиболее оптимальный вид коррекции, направленный на улучшение качественных характеристик зрения у пациентов после РКТ.

ТОРИЧЕСКИЕ ИНТРАОКУЛЯРНЫЕ ЛИНЗЫ

Наличие роговичного астигматизма препятствует полноценной реабилитации пациентов после РКТ. Изменения передней и задней поверхностей роговицы в пределах центральной зоны приводят к существенной разнице в оптической силе между центром и периферией роговицы, что отражается на точности измерения величины и направления оси астигматизма.

Несмотря на актуальность интраокулярной коррекции астигматизма после РКТ, количество публикаций по данной теме немногочисленно. В последнее время в литературе уделяется большое внимание задней поверхности роговицы и ее влиянию на определение оси роговицы с наибольшей преломляющей силой. При этом пациенты после РКТ подвержены большему риску получения некорректных данных из-за топографической нерегулярности поверхностей, что требует проведения повторных кератометрических исследований до получения повторяющихся значений. Так, R. Nuzzi и соавт.

рекомендуют проводить топографические исследования 2–3 раза в неделю в разное время суток [22].

Неправильный астигматизм, как правило, коррелирует с диаметром оптической зоны, количеством, качеством и глубиной кератотомических насечек. Кроме того, применение торических ИОЛ (ТИОЛ) при наличии иррегулярных поверхностей роговицы всегда вызывает дискуссию в отношении выбора актуальной зоны для учета кератометрических данных [23, 24]. Авторы отмечают нестабильность значений цилиндрического компонента рефракции, что может быть одной из причин отказа от имплантации ТИОЛ у пациентов после РКТ [25].

В литературе по планированию имплантации ТИОЛ в посткератотомических глазах имеются рекомендации, согласно которым разница в величине роговичного астигматизма между полученными на биометрах IOL Master (Carl Zeiss, Германия) и Lenstar (Haag-Streit, Швейцария) данными не должна превышать $\leq 0,75$ дптр, разница в расположении меридианов при двукратном измерении не должна быть $>15^\circ$, а регулярность поверхности роговицы должна определяться в 3,0 мм зоне [26].

Вместе с тем имеются случаи успешной коррекции регулярного астигматизма после РКТ с использованием ТИОЛ. По мнению некоторых авторов, имплантация ТИОЛ позволяет в большинстве случаев приблизиться к рефракции цели и улучшить возможный функциональный результат операции. Средние показатели НКОЗ после имплантации ИОЛ SN6AT3–8 (Alcon, США) в 26 глазах составили $0,62 \pm 0,18$, максимально корригированной остроты зрения (МКОЗ) — $0,77 \pm 0,15$. Средние значения цилиндрического компонента рефракции после операции были равны $1,03 \pm 0,51$. Значения сферозквивалента имели статистически значимую разницу с дооперационными значениями и составили $-0,87 \pm 0,99$ [27].

В исследованиях A.L. Caiado Canedo после РКТ дооперационные значения кератометрического астигматизма уменьшились с $2,10 \pm 0,98$ до $0,46 \pm 0,44$ дптр [28]. Описан случай имплантации ТИОЛ XY1AT6 TIO (Ноуа, Япония) пациенту с наличием 30 посткератотомических рубцов. Послеоперационные показатели остроты зрения составили 0,6, величина астигматизма не превысила $-2,0$ дптр [29]. W.B. Messenger в 2022 г. опубликовал результаты двух клинических случаев имплантации псевдоаккомодирующей торической ИОЛ Trulign (Bausch + Lomb, США), созданной на основе базовой модели CrystaLens. Послеоперационная МКОЗ составила 20/25 в одном случае и 20/20 в другом. В обсуждении автор предположил, что данный вид ИОЛ может быть наиболее подходящим для одномоментной коррекции астигматизма у пациентов с нестабильными показателями рефракции, так как ИОЛ подобной конструкции могут обеспечить более широкий диапазон функционального зрения с минимальными побочными фотопическими феноменами [30].

Таким образом, в настоящее время не существует точных рекомендаций по имплантации ТИОЛ у пациентов после РКТ. Однако на основании результатов исследований можно выделить ряд критериев, позволяющих рассматривать их в качестве линзы выбора. Показания должны включать повторяемость и регулярность топографических данных. Несмотря на сложность полной коррекции астигматизма у пациентов с иррегулярной поверхностью, снижение величины астигматизма, как правило, приводит к улучшению визуальных и качественных характеристик зрения.

МУЛЬТИФОКАЛЬНЫЕ ИНТРАОКУЛЯРНЫЕ ЛИНЗЫ

Хирургическая замена хрусталика с применением мультифокальной оптической коррекции всегда требует тщательного подхода к отбору кандидатов на имплантацию. Так, индуцированный иррегулярный роговичный астигматизм, существующий после РКТ, делает применение мультифокальной коррекции не всегда возможным. Дополнительно сопутствующая патология глазного дна в виде миопической дистрофии сетчатки может вызывать сомнения в целесообразности имплантации мультифокальных ИОЛ (МИОЛ) [31]. Возрастные изменения, приводящие к потере ганглиозных клеток, также ограничивают контрастную чувствительность и качество зрительного восприятия. У лиц пожилого возраста они дополняются снижением нейропластичности головного мозга, в связи с этим становится необходимой оценка выраженности когнитивных и ментальных нарушений при планировании мультифокальной коррекции [32].

Особые требования к пациентам продиктованы дифракционным профилем на поверхности оптической части МИОЛ, предназначенным для создания одновременного зрения путем разделения светового потока на фокусы. Неизбежно возникающие нежелательные фотопические феномены сопровождаются снижением показателей пространственной контрастной чувствительности и увеличением аберраций высшего порядка (АВП) [33]. По данным исследований, в глазах с имплантированными МИОЛ отмечается снижение общих аберраций и увеличение аберраций 3-го и 4-го порядка. Имплантация МИОЛ в посткератомических глазах с высокими значениями АВП может усугубить существующие проблемы с качеством зрения [34]. При этом завышенные значения АВП являются одной из причин собственной мультифокальности роговицы.

В отечественной литературе описаны единичные случаи имплантации трифокальных ИОЛ пациентам после РКТ, сопровождаемые поиском наиболее эффективных способов расчета оптической силы ИОЛ и анализом полученных результатов в сравнительном аспекте применения различных формул [35]. Анализ результатов имплантации различных видов МИОЛ в зарубежной литературе (AcrySof ReSTOR SN60D3, Tecnis ZMBOO, Acri.LISA 366D, AT LISA tri 839MP и Symfony ZXROO) показал непредсказуемые рефракционные и визуальные

исходы, обусловленные низкой точностью попадания в рефракцию цели, составившую в пределах $\pm 0,50$ дптр 29 %, в пределах $\pm 1,00$ дптр — 65 % случаев. При этом было отмечено снижение послеоперационных значений МКОЗ на 1 строчку в 52,94 % случаев, в 23,53 % случаев МКОЗ осталась без изменений по сравнению с дооперационными данными, в 11,76 и 5,88 % случаев наблюдалась прибавка одной и двух строчек соответственно [36].

Основное требование большинства пациентов, выражающих желание имплантировать МИОЛ, продиктовано необходимостью избавиться от дополнительной очковой коррекции для близи. I. Gupta и соавт. (2014) на основании своего опыта гибридного подхода к формированию зрения по типу моновидения после имплантации Acrysof Restor в недоминантный и монофокальной Tecnis в недоминантной глаз сделали вывод об успешном выборе предложенной стратегии у пациентов после РКТ. Монофокальная Tecnis благодаря отрицательной СА частично компенсировала положительную СА роговицы, а наличие зон апподизации в строении оптической части Acrysof Restor обеспечило приемлемые показатели остроты зрения вдаль и вблизи. Послеоперационная острота зрения на близком расстоянии составила 20/20 [37].

В то же время непредсказуемость послеоперационных результатов после РКТ подтверждается случаем билатеральной имплантации трифокальной дифракционной ИОЛ AT Lisa tri toric 939M IOL (Zeiss, Германия), которая привела к изменению сферозэквивалента рефракции с 1,87 на $-1,75$ дптр [38]. Авторы связали полученные результаты с предоперационной нестабильностью роговицы и колебаниями послеоперационной рефракции. У пациента также отмечалось снижение показателей контрастной чувствительности, обусловленное дифракционным дизайном данной модели ИОЛ. Однако предоперационное обсуждение прогноза операции с пациентом способствовало адекватному восприятию полученных качественных характеристик зрения, рассматриваемых как компромисс для достижения независимости от дополнительной очковой коррекции.

Таким образом, многими авторами отмечается необходимость индивидуального подхода к пациентам после РКТ при планировании мультифокальной коррекции в связи с изначально высокими значениями АВП, сложностью попадания в целевую рефракцию и выраженностью фотопических феноменов, оказывающих влияние на качественные характеристики зрения, что в сочетании с завышенными требованиями к послеоперационному результату делает данный вид коррекции труднопредсказуемым.

ИНТРАОКУЛЯРНЫЕ ЛИНЗЫ С РАСШИРЕННОЙ ГЛУБИНОЙ ФОКУСА

Группа линз с расширенной глубиной фокуса (EDOF) объединяет различные конструкции и технологические решения для расширения глубины функционального зрения [39]. В сравнении с оптическим дизайном мультифокальных ИОЛ конструктивные особенности линз

с увеличенной глубиной фокуса не делят световой поток, обеспечивая более высокие значения контрастной чувствительности в фотопических и мезопических условиях и меньшее число неизбежно формирующихся оптических феноменов (halo и glare) [40, 41]. Согласно последнему обновлению классификации ISO (2024), в группу линз с расширенной глубиной фокуса входят следующие ИОЛ: Acrysof IQ Vivity (Alcon, США), Tecnis Symfony (Johnson & Johnson Vision, США) и IC-8 (Bausch + Lomb, США) [42]. Опубликованные результаты имплантации данных видов ИОЛ у пациентов после РКТ немногочисленны, в связи с этим данный вопрос нуждается в дальнейшем исследовании.

А. Dołowiec-Kwapisz был описан случай билатеральной имплантации Acrysof IQ Vivity 60-летней пациентке после РКТ с послеоперационными показателями НКОЗ, равными 0,1 и 0,0 logMAR вдаль и 0,0 и 0,1 logMAR на промежуточном расстоянии для правого и левого глаза соответственно [43]. Было отмечено, что конструкция данной недифракционной ИОЛ позволяет получить приемлемые показатели НКОЗ при больших значениях остаточной аметропии, что в сочетании с нестабильностью преломляющей поверхности роговицы после РКТ является несомненным преимуществом для данной категории пациентов.

В работе В. J. Vaartman и соавт. анализ результатов имплантации EDOF ИОЛ Tecnis Symfony показал улучшение НКОЗ с $0,56 \pm 0,35$ до $0,22 \pm 0,17$ logMAR, при этом количество пациентов с НКОЗ 20/40 и выше составило 79 %. В 44 % случаев пациенты отметили, что не нуждаются в дополнительной очковой коррекции при выполнении любых повседневных задач [44]. В работе К. Н. Kim двум пациентам с РКТ в анамнезе была имплантирована ИОЛ с ротационной асимметрией LS 313-MF30 (Oculentis, Германия) [45]. Несмотря на то что у одного из пациентов наблюдались суточные колебания показателей остроты зрения, а у второго была установлена нерегулярность кератотопографических значений поверхности роговицы, был получен запланированный клинический результат. Через 6 месяцев после операции НКОЗ повысилась до 20/20, а зрение вблизи составило J1. В обсуждении авторами было отмечено, что данную ИОЛ отличает минимальная величина индуцируемых аберраций.

Пациенты после имплантации диафрагмальной IC-8 продемонстрировали рефракционный результат в пределах $\pm 0,5$ дптр от целевой рефракции, однако при этом отмечалась необходимость применения дополнительной очковой коррекции в условиях пониженной освещенности [46]. Считается, что ИОЛ IC-8 может показывать высокие функциональные результаты даже при остаточном астигматизме до 1,5 дптр [47]. Кроме того, было отмечено, что эффект диафрагмы IC-8 может уменьшать влияние АВП, поскольку существует сильная положительная корреляция между величиной АВП и размером зрачка, что может положительно сказаться на функциональных

результатах интраокулярной коррекции у пациентов после РКТ.

Таким образом, имеющиеся в литературе данные имплантации некоторых видов ИОЛ с расширенной глубиной фокуса показывают приемлемые визуальные и рефракционные результаты. Данный вид ИОЛ лишен многих недостатков МИОЛ, однако в связи с недостаточным клиническим опытом применения нуждается в исследовании у пациентов после РКТ.

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ОПТИЧЕСКОЙ СИЛЫ ИНТРАОКУЛЯРНЫХ ЛИНЗ

Эффективность факоэмульсификации с имплантацией ИОЛ определяется достижением рефракции цели, приравненной к эметропии, что является непростым условием в глазах после РКТ. При этом измерение радиуса кривизны в центре оптической зоны роговицы по-прежнему является недоступным, а использование для расчета оптических зон малого диаметра может приводить к получению ошибочных значений [48]. Приборы, основанные на Шеймфлюг-сканировании (Pentacam, OCULUS, Германия), позволяют проводить измерения в зонах от 1,0 до 4,0 мм. Протокол Cataract Pre-OP оценивает зону в пределах 4,0 мм, при этом полученные значения могут отличаться от измерений в центральных зонах роговицы, что может также приводить к неправильной трактовке полученных данных и недооценке преломляющей силы роговицы [49].

Нарушение конгруэнтности передней и задней поверхностей оперированной роговицы, сопровождающееся более выраженным уплощением задней поверхности, делает невозможным применение стандартного кератометрического индекса (1,3375) и снижает эффективность применения существующих формул, за исключением формулы Naigis, не зависящей от преломляющей силы роговицы. Однако использование в качестве предиктора эффективного положения линзы (ELP) другого биометрического показателя — глубины передней камеры — также может приводить к ошибке расчетов, но с гораздо меньшей погрешностью [50]. Кроме того, расчет оптической силы ИОЛ с использованием данных кератометрии изначально может нести в себе ошибку, так как в большинстве приборов радиус кривизны роговицы представлен в мм с последующим пересчетом в диоптрии на основании факта фиксированного соотношения передней и задней поверхностей роговицы (кератометрический индекс = 1,3375).

В настоящее время большинство хирургов по-прежнему используют усредненные значения кератометрии, что приводит к переоценке преломляющей силы роговицы и имплантации ИОЛ с заниженной диоптрийностью и обуславливает появление гиперметропической послеоперационной рефракции. Практикующие врачи находят решение в пересчете полученной оптической силы ИОЛ на небольшую миопию, позволяющую интуитивно компенсировать гиперметропический сдвиг [51].

Некоторые авторы отмечают эффективность формулы Haigis с целевой рефракцией от $-0,5$ до $-1,0$ дптр при использовании в расчете значений самого плоского меридиана, измеренного в пределах 9 колец кератотопографа TMS Tomey (Япония) [52]. При этом в клинических случаях расчета оптической силы ИОЛ в большинстве случаев проводят глубокий анализ используемых формул, учитывающих прогнозирование ELP и различные биометрические показатели, полученные от современных приборов (длина глаза, глубина передней камеры, толщина хрусталика, кератопахиметрия). Ситуация осложняется отсутствием у большей части пациентов кератометрических данных до проведения РКТ, что снижает прогностическую эффективность существующих формул III и IV поколений (SRK/T, Hoffer, Holladay, Burrett-True-K).

В отечественной литературе И.В. Богуш на основе математической реконструкции предложил способ определения предоперационных данных преломляющей силы роговицы по оставшейся нетронутой периферической зоне [53]. Предложена также методика расчета оптической силы линзы у пациентов с РКТ на основании ранее разработанной формулы MIKOF/ALF путем изменения параметров расчета положения плоскости ИОЛ, определяющихся величиной А-константы [54]. Описаны алгоритмы проведения расчетов на основании использования формул, не учитывающих данные кератометрии (Haigis, SRK II), или применения скорректированных данных кератометрии, полученных после индивидуальной оценки регулярности в 3,0 мм зоне [49, 55]. В качестве альтернативы для повышения расчетной точности существующих формул И.Э. Иошиным было предложено использование эмпирической поправки в $+1,0$ дптр к расчетным значениям, полученным по формуле Hoffer Q [56]. Было также показано, что формула Hoffer Q отличается эффективностью при определении послеоперационного положения ИОЛ, так как использует квадрат тангенса значения кератометрии, который оказывает минимальное влияние на ELP [57].

Среди способов расчета, разработанных для пациентов после РКТ, наиболее распространенными являются калькулятор ASCRS post-RK, включающий несколько формул, и метод Double-K Aramberry, нуждающийся в наличии данных роговицы до проведения РКТ. Хорошо зарекомендовавшая себя формула Burrett True-K, доступная в вариантах History и No-History, пригодна к применению в том числе у пациентов без предшествующих данных кератометрии. Проведенное исследование предсказуемости существующих формул у пациентов после РКТ выявило наименьшую ошибку прогнозирования у способов, основанных на работе искусственного интеллекта: Camellin-Calossi, ASCRS, EVO и Kane. Формулы EVO и Kane, а также расчет ASCRS показали схожие результаты: рефракция в пределах $\pm 0,50$ дптр была выявлена в 48,65 %, в то время как при использовании

формулы Holladay наибольший процент попаданий был в рефракцию $\pm 0,25$ дптр, который составил 35,14 % [58].

Тем не менее, несмотря на предложенные различные методы расчета, получение гарантированного результата у пациентов после РКТ все еще остается сложной и не до конца решенной задачей. Представленная T. Olsen в апреле 2012 г. на ASCRS (Чикаго, Иллинойс, США) новая концепция расчета оптической силы ИОЛ с помощью трассировки лучей с использованием С-константы позволила улучшить рефракционные результаты в пределах $\pm 0,50$ дптр до 79,6 %, что может свидетельствовать о более эффективном способе достижения рефракции цели [59]. Использование С-константы в формуле подразумевает разделение понятий «ELP» и «фактическое положение ИОЛ». Преимуществом метода трассировки лучей является его независимость от использования кератометрического индекса, а точное прогнозирование послеоперационного положения ИОЛ основывается на оптической биометрии предоперационного положения и размера хрусталика.

Одним из перспективных путей решения у пациентов после РКТ можно считать имплантацию светорегулируемой ИОЛ [60]. Входящий в ее состав специально разработанный фоточувствительный силикон может изменять форму и преломляющую силу ИОЛ под действием ультрафиолетового излучения с помощью процесса фотополимеризации. Так можно исправлять погрешности предоперационной диагностики, расчета оптической силы ИОЛ и корректировать астигматизм. Если проанализировать существующие сложности расчета у пациентов после РКТ, низкие значения попадания в рефракцию цели, то применение данной технологии может иметь свои перспективы.

Таким образом, расчет оптической силы ИОЛ у пациентов с РКТ в анамнезе требует учета и коррекции сразу нескольких факторов: адекватной оценки преломляющей силы роговицы, ограничения использования стандартного кератометрического индекса, прогнозирования ELP. При этом разработка методов расчета, основанных на фактическом положении ИОЛ, может увеличить точность прогнозирования послеоперационного рефракционного результата в сложных клинических ситуациях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Широкое применение метода коррекции миопии с помощью радиальной кератотомии у пациентов молодого возраста в конце прошлого века ожидаемо обусловило следующий этап, касающийся оперативного лечения катаракты, и особенностей, связанных с прогнозируемостью и стабильностью рефракционного результата, детальной предоперационной диагностикой, включающей анализ АВП и кератотопографических показателей. При этом проведение самого оперативного вмешательства нуждается в максимально деликатном подходе на всех этапах операции, позволяющем избежать интраоперационных осложнений.

Необходимо отметить, что каких-либо обоснованных и общепринятых подходов к выбору оптического метода коррекции у пациентов после РКТ в настоящее время не существует. Отсутствие в источниках достоверных и объективных сведений об эффективности имплантации ИОЛ, способных увеличивать глубину

фокуса или МИОЛ, требует проведения всестороннего анализа с целью определения показаний и противопоказаний к подобной коррекции афакии, выявления нежелательных явлений, исследования качественных характеристик зрения и их влияния на функциональные результаты операции.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Нероев ВВ. Офтальмологическая заболеваемость в Российской Федерации 2024. Доступно по: <https://ovis.ru/ru/encyclopedia/ophthalmological-morbidity-in-russian-federation-2024/> (ссылка активна на 01.07.2025). Neroyev VV. Ophthalmological morbidity in the Russian Federation. Available from: <https://ovis.ru/ru/encyclopedia/ophthalmological-morbidity-in-russian-federation-2024/> (accessed July 1st 2025) (In Russ.).
2. Анисимов СИ, Анисимова СЮ, Смотрович ЕА, Завгородняя ТС, Золотаревский КА. Кератотоптография — новые диагностические возможности изучения биомеханических свойств роговицы. Офтальмология. 2011;8(4):13–17. Anisimov SI, Anisimova SYu, Smotrich EA, Zavgorodnyaya TS, Zolotarevsky KA. Keratotomytopography — new diagnostic possibilities for studying of the biomechanical cornea properties. Ophthalmology in Russia. 2011;8(4):13–17 (In Russ.).
3. Cláudia M. Francesconi Radial Keratotomy. Available from: <https://entokey.com/radial-keratotomy/> (accessed July 1st 2025).
4. Bourque LB, Cosand BB, Drews C, Waring GO 3rd, Lynn M, Cartwright C. Reported satisfaction, fluctuation of vision, and glare among patients one year after surgery in the Prospective Evaluation of Radial Keratotomy (PERK) Study. Arch Ophthalmol. 1986;104(3):356–363. doi: 10.1001/archoph.1986.01050150056026.
5. Lynn MJ, Waring GO, Sperduto RD. Factors affecting and predictability of radial keratotomy in the PERK study. Arch Ophthalmol. 1987;105:42–51. doi: 10.1001/archoph.1987.01060010048030.
6. Bullimore MA, Sheedy JE, Owen D. Diurnal visual changes in radial keratotomy: implications for visual standards. Refractive Surgery Study Group. Optom Vis Sci. 1994;71(8):516–521. doi: 10.1097/00006324-199408000-00005.
7. McDonnell PJ, Nizam A, Lynn MJ, Waring GO. Morning-to-evening change in refraction, corneal curvature, and visual acuity 11 years after radial keratotomy in the prospective evaluation of radial keratotomy study. Ophthalmology. 1996;103(2):233–239. doi: 10.1016/s0161-6420(96)30711-2.
8. Rashid ER, Waring GO 3rd. Complications of radial and transverse keratotomy. Surv Ophthalmol. 1989;34(2):73–106. doi: 10.1016/0039-6257(89)90037-4.
9. Charpentier DY, Garcia P, Grunewald F, Brousse D, Duplessix M, David T. Refractive results of radial keratotomy after 10 years. J Refract Surg. 1998;14(6):646–648. doi: 10.3928/1081-597X-19981101-13.
10. Цыренжапова ЕК, Розанова ОИ, Михалевич ИМ, Розанов ИС. Совершенствование диагностики посткератотомической деформации роговицы с использованием методов искусственного интеллекта для оптимизации расчета интраокулярных линз. Российский офтальмологический журнал. 2025;18(S3):37–42. Tsyrenzhapova EK, Rozanova OI, Mikhalevich IM, Rozanov IS. Improving the diagnosis of postkeratotomy corneal deformity using artificial intelligence methods to optimize the calculation of intraocular lenses. Russian Ophthalmological Journal. 2025;18(S3):37–42 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2025-18-3-supplement-37-42.
11. Хорошилова-Маслова ИП, Андреева ЛД, Илатовская ЛВ, Кузнецова ИА. Клинико-гистопатологические исследования энуклеированных глаз с контузионными разрывами после радиальной кератотомии. Вестник офтальмологии. 1998;4:3–8. Khoroshilova-Maslova IP, Andreeva LD, Ilatovskaya LV, Kuznetsova IA. Clinical and histopathological studies of enucleated eyes with contusion ruptures after radial keratotomy. Russian Annals of Ophthalmology. 1998;4:3–8 (In Russ.).
12. Аветисов СЭ, Антонов АА, Митичкина ТС, Ведмеденко ИИ, Аветисов КС. К вопросу о коррекции прогрессирующей гиперметропии после радиальной кератотомии. Вестник офтальмологии. 2020;136(5):226231. Avetisov SE, Antonov AA, Mitichkina TS, Vedmedenko II, Avetisov KS. On the question of progressive hyperopia correction after radial keratotomy. Russian Annals of Ophthalmology. 2020;136(5):226231 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202013605226.
13. Бикбулатова АА, Пасикова НВ. Факоэмульсификация катаракты через 19 лет после радиальной кератотомии (клинический случай). Современные технологии в офтальмологии. 2014;3:23–25. Bikbulatova AA, Pasikova NV. Phacoemulsification of cataract 19 years after radial keratotomy (clinical case). Modern technologies in ophthalmology. 2014;3:23–25 (In Russ.).
14. Пантелеев ЕН, Малугин БЭ, Бессарабов АН, Семкина АС, Хапаева ЛЛ. Проведение роговичного тоннельного разреза у пациентов после радиальной кератотомии при факоэмульсификации. Современные технологии в офтальмологии. 2019;5:121–124. Pantelev EN, Malyugin BE, Bessarabov AN, Semakina AS, Khapaeva LL. Carrying out corneal tunnel incision in patients after radial keratotomy during phacoemulsification. Modern technologies in ophthalmology. 2019;5:121–124 (In Russ.).
15. Бикбулатова АА, Пасикова НВ. Ятрогенная кератэктазия как отдаленное осложнение передней кератотомии. Вестник Оренбургского государственного университета. 2015;187(12):38–40. Bikbulatova AA, Pasikova NV. Iatrogenic keratectasia as a late complication of anterior keratotomy. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2015;187(12):38–40 (In Russ.).
16. Искаков ИА. Технологии производства мультифокальных дифракционно-рефракционных интраокулярных линз. Автотометрия. 2017;53(5):30–39. Iskakov IA. Processes for manufacturing multifocal diffractive-refractive intraocular lenses. Avtometriya. 2017;53(5):30–39 (In Russ.). doi: 10.15372/AUT20170503.
17. Kohnen T. Current and future nomenclature and categorization of intraocular lenses. J Cataract Refract Surg. 2024;50(8):787–788. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000001510.
18. Alfonso JF, Martín-Escuer B, Domínguez-Vicent A, Montés-Micó R, Fernández-Vega L. Lensectomy after radial keratotomy: 1-year follow-up. Int Ophthalmol. 2019;39(11):2561–2568. doi: 10.1007/s10792-019-01104-w.
19. Applegate RA, Howland HC, Sharp RP, Cottingham AJ, Yee RW. Corneal aberrations and visual performance after radial keratotomy. J Refract Surg. 1998;14(4):397–407. doi: 10.3928/1081-597X-19980701-05.
20. Moreno-Barriuso E, Lloves JM, Marcos S, Navarro R, Llorente L, Barbero S. Ocular aberrations before and after myopic corneal refractive surgery: LASIK-induced changes measured with laser ray tracing. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2001;42(6):1396–1403.
21. Shammas HJ. Improving Quality of Vision After Cataract Surgery. Cataract Refractive Surgery Today. 2014:3–4.
22. Nuzzi R, Monteu F, Tridico F. Implantation of a Multifocal Toric Intraocular Lens after Radial Keratotomy and Cross-Linking with Hyperopia and Astigmatism Residues: A Case Report. Case Rep Ophthalmol. 2017;8(2):440–445. doi: 10.1159/000479813.
23. Шушаев СВ. Способ подбора данных кератометрии для расчета торичности ИОЛ. Офтальмохирургия. 2023;3s:27–36. Shukhaev SV. Selection of keratometric data for the iol toricity calculation. Fyodorov journal of ophthalmic surgery. 2023;3s:27–36 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2023-3s-27-36.
24. 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. doi: 10.1097/ICL.0b013e3181bece3d.
25. Kemp JR, Martinez CE, Klyce SD, Coorperder SJ, McDonald MB, Lucci L, Lynn MJ, Waring GO 3rd. Diurnal fluctuations in corneal topography 10 years after radial keratotomy in the Prospective Evaluation of Radial Keratotomy Study. J Cataract Refract Surg. 1999;25(7):904–910. doi: 10.1016/s0886-3350(99)00090-5.
26. Basilio A, Basilio A. Outcomes of Toric Intraocular Lens Implantation After Radial Keratotomy. Journal of refractive surgery case reports. 2022;2(4):e68–e71. doi: 10.3928/jrcsr-20221130-01.
27. Лихорад ЕГ, Беляковский ПВ, Позняк НИ. Имплантация торических иол у пациентов после ранее выполненной радиальной кератотомии. Офтальмология. Восточная Европа. 2022;12(1):18–24. Likhorad E, Belyakouski P, Pazniak M. Toric IOL implantation in patients with previously performed radial keratotomy. Ophthalmology. Eastern Europe. 2022;12(1):18–24 (In Russ.). doi: 10.34883/PI.2022.12.1.019.
28. Chen SSW, Torii H, Yotsukura E, Nishi Y, Negishi K. Implantation of a toric intraocular lens after repeated radial keratotomy procedures: A case report. Heliyon. 2023;9(12):e22500. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e22500.
29. Canedo ALC, Wang L, Koch DD, Al-Mohtaseb Z. Accuracy of astigmatism correction with toric intraocular lens implantation in eyes with previous radial keratotomy. J Cataract Refract Surg. 2022;48(4):417–420. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000000779.
30. Messenger WB, Ambati BK. Unilateral implantation of a pseudoaccommodating toric intraocular lens in 2 patients after radial keratotomy. JCRS Online Case Reports. 2014;2(4):73–77. doi: 10.1016/j.jcro.2014.09.005.
31. Weinberger D, Fink-Cohen S, Axer-Siegel R. Rhegmatogenous retinal detachment operation after radial keratotomy. Acta Ophthalmol Scand. 1997;75(2):214–215. doi: 10.1111/j.1600-0420.1997.tb00127.x.
32. Bang SP, Aaker JD, Sabesan R, Yoon G. Improvement of neural contrast sensitivity after long-term adaptation in pseudophakic eyes. Biomed Opt Express. 2022;13(9):4528–4538. doi: 10.1364/BOE.465117.
33. Montés-Micó R, Alió JL. Distance and near contrast sensitivity function after multifocal intraocular lens implantation. J Cataract Refract Surg. 2003;29(4):703–711. doi: 10.1016/s0886-3350(02)01648-6.
34. Бикбов ММ, Алтынбаева ГР. Аберрации оптической системы глаза после имплантации различных видов мультифокальных интраокулярных линз в хирургии катаракты. Медицинский вестник Башкортостана. 2012;7(2):20–23. Bikbov MM, Altynbayeva GR. Ocular optic system aberrations following implantation of various multifocal intraocular lenses in cataract surgery. Bashkortostan Medical Journal. 2012;7(2):20–23 (In Russ.).
35. Коновалов МЕ, Бурдиль КВ, Зенина МЛ, Коновалова ММ, Резникова АБ. Особенности расчета мультифокальных ИОЛ у пациентов с ранее перенесенной радиальной кератотомией. Современные технологии в офтальмологии. 2019;31(6):46–53.

Н.С. Тимофеева

Контактная информация: Тимофеева Нина Сергеевна nina8820@yandex.ru

- Konovalov ME, Burdel KV, Zenina ML, Konovalova MM, Reznikova AB. Features multifocal iols calculation in patients after radial keratotomy. *Modern technologies in ophthalmology*. 2019;31(6):46–53 (In Russ.). doi: 10.25276/2312-4911-2019-6-46-53.
36. Martín-Escuer B, Alfonso JF, Fernández-Vega-Cueto L, Domínguez-Vicent A, Montés-Micó R. Refractive correction with multifocal intraocular lenses after radial keratotomy. *Eye (Lond)*. 2019 Jun;33(6):1000–1007. doi: 10.1038/s41433-019-0364-8.
37. Gupta I, Oakey Z, Ahmed F, Ambati BK. Spectacle Independence after Cataract Extraction in Post-Radial Keratotomy Patients Using Hybrid Monovision with ReSTOR(*) Multifocal and TECNIS(*) Monofocal Intraocular Lenses. *Case Rep Ophthalmol*. 2014;5(2):157–161. doi: 10.1159/000363372.
38. Agarwal S, Thornell E. Spectacle Independence in Patients with Prior Radial Keratotomy Following Cataract Surgery: A Case Series. *Int Med Case Rep J*. 2020;13:53–60. doi: 10.2147/IMCRJ.S230863.
39. Breyer DRH, Kaymak H, Ax T, Kretz FTA, Auffarth GU, Hagen PR. Multifocal Intraocular Lenses and Extended Depth of Focus Intraocular Lenses. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2017;6(4):339–349. doi: 10.22608/APO.2017186.
40. Karuppiah P, Varman NVA, Varman A, Balakumar D. Comparison of clinical outcomes of trifocal intraocular lens (AT LISA, Eyecryl SERT trifocal) versus extended depth of focus intraocular lens (Eyhance, Eyecryl SERT EDOF). *Indian J Ophthalmol*. 2022;70(8):2867–2871. doi: 10.4103/ijo.IJO_2921_21. Erratum in: *Indian J Ophthalmol*. 2022;70(12):4472. doi: 10.4103/0301-4738.362035.
41. Asena L, Kirci Dogan I, Oto S, Dursun Altunors D. Comparison of visual performance and quality of life with a new nondiffractive EDOF intraocular lens and a trifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg*. 2023;49(5):504–511. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000001142.
42. Kohnen T. Optical Design and Functional Classification of Contemporary Intraocular Lenses. Alcon Inc. 6/24 IMG-VIV-2400020. 2024. URL: [https://crstodayeurope.com/articles/optical-design-and-functional-classification-of-contemporary-intraocular-lenses/](https://crstodayeurope.com/articles/optical-design-and-functional-classification-of-contemporary-intraocular-lenses/optical-design-and-functional-classification-of-contemporary-intraocular-lenses/) (accessed 15.07.2025).
43. Dołowicz-Kwapisz A, Misiuk-Hojło M, Piotrowska H. Cataract Surgery after Radial Keratotomy with Non-Diffractive Extended Depth of Focus Lens Implantation. *Medicina (Kaunas)*. 2022;58(5):689. doi: 10.3390/medicina58050689.
44. Baartman BJ, Karpuk K, Eichhorn B, Ferguson TJ, Sudhagani RG, Berdahl JP, Thompson VM. Extended depth of focus lens implantation after radial keratotomy. *Clin Ophthalmol*. 2019;13:1401–1408. doi: 10.2147/OPTH.S208550.
45. Kim KH, Seok KW, Kim WS. Multifocal Intraocular Lens Results in Correcting Presbyopia in Eyes After Radial Keratotomy. *Eye Contact Lens*. 2017;43(6):e22–e25. doi: 10.1097/ICL.0000000000000208.
46. Barnett V, Barsam A, Than J, Srinivasan S. Small-aperture intraocular lens combined with secondary piggyback intraocular lens during cataract surgery after previous radial keratotomy. *J Cataract Refract Surg*. 2018 Aug;44(8):1042–1045. doi: 10.1016/j.jcrs.2018.06.005.
47. Dick HB, Piovella M, Vukich J, Vilupuru S, Lin L. Clinical Investigators. Prospective multicenter trial of a small-aperture intraocular lens in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2017;43(7):956–968. doi: 10.1016/j.jcrs.2017.04.038.
48. Цыренжапова ЕК, Розанова ОИ, Селиверстова НН. Анализ оптических свойств задней поверхности роговицы у пациентов после передней радиальной кератотомии. *Acta Biomedica Scientifica*. 2019;4(4):24–29. Tsyrenzhapova EK, Rozanova OI, Seliverstova NN. Analysis of optical properties of posterior surface of cornea in patients after anterior radial keratotomy. *Acta Biomedica Scientifica*. 2019;4(4):24–29 (In Russ.). doi: 10.29413/ABS.2019-4.4.3.
49. Касьянов АА, Рыжкова ЕГ. Расчет оптической силы ИОЛ после радиальной кератотомии. *Офтальмология*. 2022;19(2):325–333. Kasyanov AA, Ryzhkova EG. IOL power calculation features after radial keratotomy. *Ophthalmology in Russia*. 2022;19(2):325–333 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2022-2-325-333.
50. Haigis W. Intraocular lens calculation after refractive surgery for myopia: Haigis-L formula. *J Cataract Refract Surg*. 2008;34(10):1658–1663. doi: 10.1016/j.jcrs.2008.06.029.
51. Пасикова НВ, Бикбулатова АА. Клинический случай расчета оптической силы интраокулярной линзы у пациента после передней радиальной кератотомии. *Практическая медицина*. 2016;94(2-1):124–127. Pasikova NV, Bikbulatova AA. Clinical case of intraocular lens power calculation after the front radial keratotomy. *Prakticheskaya meditsina*. 2016;94(2-1):124–127 (In Russ.).
52. Geggel HS. Intraocular Lens Power Selection after Radial Keratotomy: Topography, Manual, and IOLMaster Keratometry Results Using Haigis Formulas. *Ophthalmology*. 2015;122(5):897–902. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.12.002.
53. Богущ ИВ. Комбинированный метод определения оптической силы интраокулярных линз после кератотомии. *Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. 2009;29(4):93–99. Bogush IV. Combined method of intraocular lens power calculation after radial keratotomy. *The siberian scientific medical journal*. 2009;29(4):93–99 (In Russ.).
54. Пантелеев ЕН, Бессарабов АН, Агафонов СГ, Халудорова НБ. Возможности использования стандартных методов оценки преломляющей силы роговицы для расчетов оптической силы ИОЛ после передней дозированной радиальной кератотомии. *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2011;14(133):295–297. Panteleev EN, Bessarabov AN, Agafonov SG, Khaludorova NB. Possibilities of using standard methods for assessing the refractive power of the cornea to calculate the optical power of IOLs after anterior dosed radial keratotomy. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2011;14(133):295–297 (In Russ.).
55. Awwad ST, Dwarakanathan S, Bowman RW, Cavanagh HD, Verity SM, Mootha VV, McCulley JP. Intraocular lens power calculation after radial keratotomy: estimating the refractive corneal power. *J Cataract Refract Surg*. 2007;33(6):1045–1050. doi: 10.1016/j.jcrs.2007.03.018.
56. Иошин ИЭ. Особенности фактоэмulsификации и расчета интраокулярных линз у пациентов после кераторефракционных операций. Часть 2. *Российский офтальмологический журнал*. 2021;14(4):118–125. Ioshin IE. Phacoemulsification and calculation of intraocular lenses in patients given keratorefractive surgery. Part 2. *Russian ophthalmological journal*. 2021;14(4):118–125 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2021-14-4-118-125.
57. Haigis W, Lege B, Miller N, Schneider B. Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for intraocular lens calculation according to Haigis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2000;238(9):765–773. doi: 10.1007/s004170000188.
58. Moshirfar M, Sperry RA, Altat AW, Stoakes IM, Hoopes PC. Predictability of Existing IOL Formulas After Cataract Surgery in Patients with a Previous History of Radial Keratotomy: A Retrospective Cohort Study and Literature Review. *Ophthalmol Ther*. 2024;13(6):1703–1722. doi: 10.1007/s40123-024-00946-7.
59. Olsen T, Hoffmann P. C constant: new concept for ray tracing-assisted intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg*. 2014;40(5):764–773. doi: 10.1016/j.jcrs.2013.10.037.
60. Moshirfar M, Duong AA, Shmunis KM, Castillo-Ronquillo YS, Hoopes PC. Light Adjustable Intraocular Lens for Cataract Surgery After Radial Keratotomy. *J Refract Surg*. 2020;36(12):852–854. doi: 10.3928/1081597X-20201002-01.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Тимофеева Нина Сергеевна
кандидат медицинских наук, заведующая операционным блоком

ABOUT THE AUTHOR

Timofeyeva Nina S.
PhD, head of the operating unit