

Обзор
УДК 617.753-089
98-104. <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2022-3-98-104>

Интраокулярная коррекция пресбиопии после лазерной кераторефракционной хирургии

А.В. Дога, Е.В. Кечин, А.В. Головин, А.Н. Каримова, Н.Р. Цикаришвили, А.Н. Джабер
НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Москва

РЕФЕРАТ

Цель. Представить результаты исследований о современных аспектах интраокулярной коррекции пресбиопии после лазерной кераторефракционной хирургии. **Материал и методы.** Для выполнения обзора был осуществлен поиск клинических исследований по реферативным базам данных eLibrary, PubMed и Scopus, используя ключевые слова «расчет мультифокальных линз», «мультифокальные ИОЛ после рефракционной хирургии», «коррекция пресбиопии после рефракционной хирургии» (в базе eLibrary), «multifocal iol» и «multifocal lenses calculation» (в базах данных PubMed и Scopus). Всего было идентифицировано 30 статей, относящихся к теме обзора. Также выделено 7 клинических исследований, в которых разным группам пациентов, имеющих в анамнезе рефракционные операции, проводилась коррекция пресбиопии мультифокальными интраокулярными линзами (ИОЛ). **Результаты.** В данной статье приведены примеры последних исследований об изучении тонкостей расчета силы имплантируемых мультифокальных линз после рефракционных операций. С каждым годом растет количество людей, имеющих в анамнезе лазерную коррекцию зрения, а значит, перед

хирургами встает вопрос о корректном расчете кератометрических показателей. На сегодняшний день расчет значения оптической силы имплантируемой мультифокальной ИОЛ после лазерных кераторефракционных операций сложен и индивидуален для каждого пациента. Большинство людей данной категории все так же не готовы носить очки. Последние исследования подтверждают успех в расчетах имплантируемых мультифокальных ИОЛ, а способы минимизации неточностей попадания в рефракцию цели заключаются как в подходе к расчету оптической силы имплантируемой мультифокальной линзы, так и в выборе оптимального способа оценки кератометрии искусственно измененной роговицы. **Заключение.** Представленные результаты клинических исследований в обзоре позволяют сделать вывод о достаточно успешных результатах расчета оптической силы имплантируемых мультифокальных ИОЛ и, в свою очередь, клинико-функциональных результатах у пациентов с кераторефракционными операциями в анамнезе. Однако требуются дальнейшие исследования.

Ключевые слова: коррекция пресбиопии, мультифокальные ИОЛ, формулы расчета ИОЛ, лазерная коррекция, ФемтоЛАЗИК, ЛАЗИК, SMILE ■

Для цитирования: Дога А.В., Кечин Е.В., Головин А.В., Каримова А.Н., Цикаришвили Н.Р., Джабер А.Н. Интраокулярная коррекция пресбиопии после лазерной кераторефракционной хирургии. Офтальмохирургия. 2022;3: 98-104. <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2022-3-98-104>

Автор, ответственный за переписку: Евгений Владимирович Кечин, evgeny.kechin@gmail.com

ABSTRACT

Review

Intraocular correction of presbyopia after laser keratorefractive surgery

A.V. Doga, E.V. Kechin, A.V. Golovin, A.N. Karimova, N.R. Tsikarishvili, A.N. Dzhabber
Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Moscow, Russian Federation

Purpose. To present the results of research on modern aspects of intraocular correction of presbyopia after laser keratorefractive surgery. **Material and methods.** A literature search was performed to identify studies on databases eLibrary, PubMed and Scopus, using the keywords «calculation of multifocal lenses», «multifocal IOLs after refractive surgery», «correction of presbyopia after refractive surgery» (in the eLibrary database), «multifocal IOL» and «multifocal lenses calculation» (in the PubMed and Scopus databases). Thirty related articles were identified.

In addition, seven clinical studies in which different groups of patients with a history of refractive surgery underwent correction of presbyopia with multifocal intraocular lenses (IOL) were identified. **Results.** In this article, there are examples of recent research of information about the intricacies of calculating refractive power of multifocal lenses after refractive surgery. Every year the number of people with a history of laser vision correction is growing, which means that for surgeons arises question about correct calculation of keratometric parameters. To date, the calculation of the

value of the optical power of an implantable multifocal IOL after laser refractive surgery is complex and individual for each patient. Most people in this category are still not ready to wear glasses. Recent studies confirm the success of calculating implantable multifocal IOL, and ways to minimize inaccuracies in hitting the refraction of the target lie both in the approach to calculating the optical power of an implanted multifocal lens, and in choosing the optimal method for assessing artificially modified cornea

keratometry. **Conclusion.** The results of clinical studies presented in the review allow us to conclude that the results of calculating the optical power of implanted multifocal IOLs are quite successful and, in turn, clinical and functional results in patients with a history of laser refractive surgery. However, further research is required.

Key words: *presbyopia correction, multifocal IOL, IOL calculation formulas, laser correction, LASIK, FemtoLASIK, SMILE* ■

For quoting: Doga A.V., Kechin E.V., Golovin A.V., Karimova A.N., Tsikarishvili N.R., Dzhaber A.N.

Intraocular correction of presbyopia after laser keratorefractive surgery. Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2022;1: 98-104.

<https://doi.org/10.25276/0235-4160-2022-3-98-104>

Corresponding author: Evgeniy V. Kechin, evgeny.kechin@gmail.com

АКТУАЛЬНОСТЬ

С каждым годом растет количество пациентов с аномалиями рефракции глаза. Согласно исследованиям The International myopia institute к концу 2050 г. от миопии будут страдать около 5 млрд человек.

В настоящее время лазерные кераторефракционные операции, такие как ФемтоЛАЗИК и фемтолазерная экстракция роговичной линтикилы через малый разрез, являются наиболее эффективными, безопасными и предсказуемыми хирургическими методами коррекции миопии, гиперметропии и астигматизма, что достигается за счет применения современных фемтолазерных и эксимерлазерных установок [1–4]. Высокий послеоперационный результат и удовлетворенность пациентов способствуют постоянному росту количества пациентов, подвергшихся данным операциям. Учитывая, что история современных лазерных кераторефракционных операций насчитывает более 30 лет и начинается с 1990 г., когда I. Pallikaris и соавт. [5] опубликовали работу о первых операциях ЛАЗИК, а первые работы по применению технологии ФемтоЛАЗИК в клинической практике датируются 2001 г. и принадлежат перу I. Ratkaу-Traub и соавт. [6], то это наталкивает на изучение вопроса о хирургической коррекции пресбиопии у таких пациентов, которые привыкли обходиться без очков.

ЦЕЛЬ

Представить результаты исследований о современных аспектах интраокулярной коррекции пресбиопии после лазерной кераторефракционной хирургии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для выполнения обзора был осуществлен поиск клинических исследований по реферативным базам данных eLibrary, PubMed и Scopus, используя ключевые слова

«расчет мультифокальных линз», «мультифокальные ИОЛ после рефракционной хирургии», «коррекция пресбиопии после рефракционной хирургии» (в базе eLibrary), «multifocal iol after laser surgery», «multifocal lenses after refractive surgery», «multifocal lenses calculation» (в базах данных PubMed и Scopus). Всего было идентифицировано 30 статей, относящихся к теме обзора. Также выделено 7 клинических исследований, в которых разным группам пациентов, имеющих в анамнезе рефракционные операции, проводилась коррекция пресбиопии мультифокальными интраокулярными линзами (ИОЛ).

РЕЗУЛЬТАТЫ

С появлением мультифокальных ИОЛ сложности в расчете силы имплантируемой ИОЛ приобретают только новые аспекты для изучения. На данный момент уже встречается немало исследований на эту тему, и ее актуальность растет с каждым днем. Пациентам с пресбиопией и рефракционной хирургией в анамнезе, которые хотят и дальше жить без очков, может быть предложена имплантация мультифокальной ИОЛ, но хирурги могут столкнуться с проблемами перед проведением данной операции, а именно: трудности в измерении преломляющей силы роговицы. Есть три фактора, которые способствуют неточной оценке преломляющей силы роговицы: 1 – неверное измерение передней кривизны роговицы с помощью стандартной кератометрии из-за большой вариации кривизны роговицы в центральной области; 2 – неправильный расчет общей силы преломления роговицы по передней кривизне с использованием стандартизированного значения показателя преломления роговицы (1,3375); 3 – процедуры, удаляющие ткань роговицы, такие как фоторефракционная кератэктомия (ФРК) или ЛАЗИК, изменяют соотношение между передней и задней поверхностями роговицы, и использование стандартизированного значения показателя преломления роговицы больше не действует. Основная причина, которая приводит к ошибкам в расчетах ИОЛ – это формулы: большинство современных формул расчета ИОЛ

используют значения кератометрии и осевой длины глаза для предполагаемого положения линзы. Измененная кривизна роговицы приводит к ошибке в этом прогнозе, поскольку размеры передней камеры на самом деле не изменяются. Многие формулы расчета ИОЛ используют значения преломляющей силы роговицы в своих расчетах для прогнозирования эффективного положения линзы (ELP). После рефракционных операций сила роговицы изменяется, и предсказанный ELP может ввести в заблуждение. Например, в глазах после миопического ЛАЗИК или ФРК уменьшенные значения кератометрии вызывают прогнозирование ложно сниженного ELP и расчета недостаточной оптической силы ИОЛ, что дает послеоперационный гиперметропический сдвиг. Также нужно подчеркнуть, что все формулы для расчета ИОЛ построены на статистике показателей кератометрии интактной роговицы. Теоретически данные методы расчетов значений ИОЛ должны быть точными, но клинические исследования показали, что они не верны [7].

Любая рефракционная хирургия роговицы влияет на биомеханические свойства роговицы, измененные которых влияют на основные параметры для расчета будущих имплантируемых ИОЛ. Так, например, в Китае в 2021 г. Yinyu Song и соавт. [8] опубликовали работу, где изучали биомеханические свойства роговицы после рефракционной операции методом SMILE. Стоит отметить, что рефракционная операция методом экстракции линтикулы через малый разрез (в т.ч. с брендовыми названиями SMILE, CLEAR) является самой щадящей для роговицы на данный момент, однако ее влияние на биомеханические свойства роговицы достаточно выраженное. Авторы использовали трехмерную модель человеческого глаза для имитации хирургической операции SMILE и изучали послеоперационное напряжение и деформацию роговицы. Результаты показали, что с увеличением степени скорректированной миопии эквивалентное напряжение и деформация на передней и задней поверхностях роговицы увеличивались и концентрировались в ее центральной области. Однако по сравнению с передней поверхностью роговицы изменения напряжения и деформации на задней поверхности были значительно больше. С увеличением внутриглазного давления нагрузка на роговицу увеличивалась примерно линейно, тогда как деформация возрастала нелинейно. Авторы сделали вывод, что нестабильность стромы роговицы в послеоперационном периоде приводит к изменению кератометрических и рефракционных показателей роговицы. Нужно учитывать, что данные измерения имеют важное значение в расчете силы преломления будущей имплантируемой ИОЛ. Вместе с тем нужно учитывать, что роговица с возрастом меняет свои органические свойства.

В работе Е.Н. Пантелеева и соавт. [9] изучали вопрос выбора оптимальной методики оценки кератометрии после ЛАЗИК и передней дозированной радиальной кератотомии (ПДРК). Среди методов, позволяющих минимизировать вероятность послеоперационной реф-

ракционной ошибки, наиболее прогрессивными авторами признали метод «двойной кератометрии» и метод BESS't, в котором при расчетах используются максимально индивидуализированные данные о роговице в каждом частном случае [10, 11]. Метод «двойной кератометрии» предусматривает использование в формулах расчета SRK/T, Holladay1 двух значений кератометрии. Первое значение, полученное прямым измерением, используется в формуле для построения общего баланса анатомо-оптических параметров. Второе используется внутри формулы для расчета положения плоскости ИОЛ относительно вершины роговицы (расчет высоты шарового сегмента) [12]. Классический вариант этого значения – оптическая сила роговицы до кераторефракционной операции. Авторы отметили, что для оценки кератометрии оптимальной методикой после ЛАЗИК является стандартная кератометрия. После ПДРК более корректным является значение кератометрии, полученное при измерении на оптическом биометре, относительно авторефрактометра. При расчете оптической силы ИОЛ в методе «двойной кератометрии» вычисление высоты шарового сегмента необходимо проводить с использованием полной информации об анатомии роговицы.

Выбор типа ИОЛ (сферическая, асферическая ИОЛ) также имеет значение, даже у пациентов без предшествующих кераторефракционных операций. Так, например, исследование Б.Э. Малогиной и соавт. [13] показало, что глубина фокуса в группе со сферическими ИОЛ ($1,85 \pm 0,74$ дптр) больше, чем в группе с асферическими ($1,45 \pm 0,72$ дптр) ($p < 0,05$). Также авторы подчеркнули, что качество оптики глаза после имплантации асферической ИОЛ выше, чем в глазах с ИОЛ, снабженной оптикой со сферическим дизайном.

Ряд авторов проводит исследования, где оценивается прогноз расчетов мультифокальной ИОЛ у пациентов с рефракционной хирургией в анамнезе. В Университетском институте Fernandez-Vega [14] было проведено исследование у 40 человек (80 глаз). Все пациенты в анамнезе имели коррекцию миопии методом ЛАЗИК. Пациенты были разделены на 3 группы: 1-й и 2-й группах имплантировали рефракционно-дифракционные линзы производства США и Германия соответственно, 3-я группа была с прозрачным хрусталиком без симптомов пресбиопии. При сравнении данных групп было выявлено, что в фотоопических условиях при 100% контрасте все глаза имели максимальную скорректированную остроту зрения (МКОЗ) вдаль 0,1 logMAR (приблизительно 20/25 по Снеллену) или лучше; не было статистически значимых различий между тремя группами. Однако МКОЗ вдаль в мезопических условиях с засветом была значительно лучше во 2-й группе, чем в 1-й группе при контрастности 25 и 12,5%. Это связывают с индивидуальными особенностями изготовления самих ИОЛ. В заключении авторы отметили, что в глазах, перенесших миопический ЛАЗИК, рефракционно-дифракционная линза 2-й группы обеспечивала лучшее качество зрения вдаль в

мезопических условиях и лучшие зрительные функции, чем у 1-й группы. Возможно, это связано с технологией изготовления линзы. Также авторы указали, что будущие исследования псевдоаккомодационных ИОЛ в глазах после миопического ЛАЗИК должны включать оценку физических характеристик ИОЛ, зависимость от очков, информацию об условиях бинокулярного зрения и проводиться на большей выборке пациентов.

Нельзя не указать еще одно исследование академического медицинского центра в Амстердаме [15]. В исследовании вошли 43 пациента (77 глаз) с постлазерной коррекцией миопии. Авторы отметили, что ограничением этого исследования была оценка ретроспективных данных. В результатах было описано, что имплантация дифракционной мультифокальной ИОЛ после рефракционной лазерной хирургии роговицы по поводу миопии обеспечила высокие результаты в расчетах значений имплантируемой ИОЛ. Предсказуемость операции в пределах $\pm 1,0$ дптр была у 86% пациентов, более детальные данные представлены в *таблице*. Ограниченное количество пациентов, а именно 20,8% (16 глаз) нуждались в лазерной докоррекции. У пациентов с оперированной миопией больше 6,0 дптр были менее предсказуемые рефракционные результаты. Вместе с тем авторы предположили, что имплантация асферической мультифокальной ИОЛ после предшествующей лазерной хирургии миопии даст лучшие визуальные и рефракционные результаты, чем имплантация сферической мультифокальной ИОЛ.

Исследование группы Американских ученых Юго-Западного Техасского Медицинского центра [16] в Далласе привело к похожим заключениям. Авторы сравнили свои результаты с результатами первой вышеуказанной статьи Fernandez-Vega Ophthalmological Institute. Время наблюдения составило не 6 месяцев, а 14. Авторы отметили, что имплантация бифокальной ИОЛ (США) в глаза с ранее проведенным ЛАЗИК по поводу миопии дала высокие результаты по остроте зрения, которые детально представлены в *таблице*. 93,9% пациентов имели предсказуемость в $\pm 1,0$ дптр. Стоит отметить, что 17 глаз (34,7%) нуждались в лазерной докоррекции. Также авторы сообщили и об осложнениях. У двух пациентов после лазерной докоррекции обнаружилось периферические эпителиальные врастания. Состояние этих пациентов оставалось стабильным до конца наблюдения. В целом у 9 глаз (18,4%) развилась легкая степень сухости глаз. В послеоперационном периоде не было осложнений, потенциально угрожающих зрению (например, эктазии роговицы, смещения лоскута, стойкого отека роговицы, отслоения сетчатки).

Violette Vrijman и соавт. [17] также провели исследование на глазах с гиперметропической коррекцией в анамнезе. В данном исследовании участвовало 40 пациентов (40 глаз). Авторы пришли к аналогичным результатам, а именно, что имплантация асферической дифракционной линзы после предыдущей лазерной хирургии гипер-

метропической роговицы дала высокие результаты по показателям некорригируемой остроты зрения (НКОЗ) и рефракции. Также отметили, что ограниченному количеству пациентов, а именно на 9 глазах (22,5%), потребовалась лазерная докоррекция остаточной рефракции из-за неточности в расчете силы имплантируемой ИОЛ. Статистически значимой разницы в исходах между глазами с дальновзоркостью более или менее 2,00 дптр или 3,00 дптр не выявлено. Авторы указали, что гиперметропическая лазерная абляция изменяет роговицу, которая становится более асферической, и предположили, что в этих случаях сферическая ИОЛ даст лучшие результаты, чем асферическая ИОЛ.

Еще одно исследование было опубликовано Qiu-Mei Li и соавт. [18]. Исследуемая группа составляла 16 пациентов (21 глаз). Так же в анамнезе у пациентов была лазерная коррекция миопии. В данном исследовании оценивалась трифокальная ИОЛ (Германия). Стоит отметить несколько важных аспектов данной работы. Три пациента (19%) сообщили о нежелательных эффектах – ореолах и бликах через 3 месяца после операции, двое из них нуждались в ношении очков для улучшения промежуточной остроты зрения. Пятнадцать пациентов (94%) сообщили об уровне удовлетворенности $\geq 3,5$ из 4,0 без каких-либо затруднений в повседневной деятельности. Тринадцать пациентов (81%) не нуждались в очках на всех расстояниях, в то время как остальные 3 пациента (19%) использовали очки для зрительной активности на близком расстоянии. Средний суммарный балл опросника VF-14 составил $95,00 \pm 7,29$ из 100. После ретроспективного анализа авторы пришли к выводу, что трифокальная ИОЛ может безопасно обеспечить полный спектр адекватного зрения и точные результаты рефракции у пациентов с катарактой после эксимерлазерной коррекции близорукости. Высокая степень независимости от очков приносила людям большое удовольствие. Нежелательные побочные эффекты исследователи связали с высокой близорукостью данных пациентов.

Хочется отметить отдельно еще одну статью Luis F. Brenner и соавт. [19]. В данном исследовании авторы собрали достаточно большую выборку из пациентов. В исследование включен 241 глаз, которые разделили на две части на основе профиля лазерной абляции. Первая часть имела миопическую лазерную коррекцию в анамнезе (155 глаз – 64,5%), вторая – гиперметропическую (121 глаз – 35,7%). Пациентам с лазерной коррекцией в анамнезе была имплантирована трифокальная линза. Было выявлено 3 основных источника ошибок расчета силы ИОЛ после лазерной хирургии роговицы: ошибочные измерения центральной кератометрии, неверный кератометрический индекс для расчета силы роговицы и неправильное эффективное положение линзы, полученное на основе ранее измененной роговицы. Основной подход к решению данных проблем зависит от характера предшествующей лазерной абляции (близорукость

или гиперметропия) и наличия объективной информации о рефракционной коррекции роговицы и/или исходных параметров расчета лазерной абляции (в анамнезе или без анамнеза). Чтобы преодолеть эти ошибки, были предложены новые методы, такие как формулы расчета оптической силы ИОЛ на основе ОКТ, интраоперационной aberрометрии и анализа трассировки лучей. Для разработки протокола расчета силы ИОЛ авторы использовали прямые измерения, полученные с помощью клинически доступного оптического биометра (Германия), и формулы, доступные в онлайн-калькуляторе ASCRS. В группе с миопической абляцией наблюдали тенденцию к близорукости при использовании большинства формул онлайн-калькулятора ASCRS, как ранее сообщалось в исследованиях по расчету оптической силы ИОЛ. В случаях с предшествующими данными анамнеза лучшие результаты были получены с помощью формулы Маскета, формулы ASCRS, номограммы Barrett true-KB с целевым значением +0,15 дптр и номограммы Haigis-L34 с целевым значением +0,45 дптр. В протоколе для расчета имплантируемой линзы у пациентов с предшествующей абляцией миопии (с данными анамнеза или без них) теперь используется номограмма Haigis-L с целевым значением +0,45 дптр. Индекс эффективности в исследовании составил 0,81, что свидетельствует о том, что расчет оптической силы ИОЛ остается сложной задачей в рефракционной хирургии с использованием линз, особенно у этой конкретной группы пациентов. У 15% глаз была докоррекция остаточной аметропии (12% поверхностная абляция; 3% факичная линза) после проведения рефракционной лэнсэктомии для обеспечения оптимального функционирования ИОЛ. Более детальные данные представлены в *таблице*.

В 2019 г. Young-Sik Yoo и соавт. [20] опубликовали работу о факторах, влияющих на ошибку прогноза после операции факоэмульсификации катаракты с имплантацией различных мультифокальных ИОЛ у пациентов, ранее перенесших лазерную хирургию. В это ретроспективное исследование был включен 131 глаз 131 пациента. Пациентам были имплантированы мультифокальные линзы 4 типов (более детальные данные представлены в *таблице*). Авторы заключили, что после рефракционной лазерной хирургии роговицы имплантация мультифокальных ИОЛ показала высокие результаты. Также формула Barrett True-K, учитывающая как переднюю, так и заднюю кривизну роговицы, оказалась более точной, чем формула Shammas-PL, учитывающая только переднюю кривизну роговицы. Ученые заключили, что высокая степень абляции роговицы является важным фактором, вызывающим низкую прогностическую точность расчета.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При наличии миллионов людей, перенесших лазерные кераторефракционные операции, и растущем спро-

се на ИОЛ, корректирующие пресбиопию, существует относительная нехватка опубликованных данных об использовании мультифокальных ИОЛ на глазах после лазерной кераторефракционной хирургии. Можно сказать, что исследование данного вопроса в основном относительно поверхностно и требует более тщательного и более глубокого изучения. Потребуется дополнительное исследование, чтобы определить зрительные характеристики миопического глаза после кераторефракционной хирургии при использовании мультифокальных линз с асферической конструкцией. Существует широкий спектр сферических aberrаций роговицы, присутствующих в глазах после рефракционной хирургии [21, 22], тогда как современные асферические ИОЛ были разработаны только для коррекции положительных сферических aberrаций средней интактной роговицы. Не во всех работах были указаны подробности о наличии дистрофических процессов роговицы, уровне независимости от очков или удовлетворенности пациентов после мультифокальной имплантации. С точки зрения пациентов, это факторы, которые в конечном счете будут определять общий успех операции и заслуживают дальнейшего изучения. Однако, суммируя данные представленного выше раздела, хочется отметить, данные этих исследований совершенно четко показывают достаточную успешный опыт имплантации мультифокальных ИОЛ после лазерной коррекции зрения, несмотря на сложность расчета оптической силы имплантируемой ИОЛ. Несмотря на изменение структуры и биомеханики роговицы после рефракционных операций, успешный расчет имплантируемой линзы вполне возможен, что мы и наблюдаем. Зарубежные авторы отметили, что высокая степень независимости от очков приносит пациентам большое удовлетворение. Несмотря на положительные результаты, в Российской Федерации в инструкции к некоторым мультифокальным ИОЛ предшествующие рефракционные операции указаны в разделе «Меры предосторожности» ввиду того, что их эффективность и безопасность не была доказана у данной категории пациентов. Однако в инструкции указано, что «как и перед проведением любой операции, хирург должен сделать предоперационную оценку и дать клиническое заключение с целью определения соотношения пользы/риска имплантации интраокулярной линзы при предшествующей рефракционной хирургии [23]. В свете опубликованных работ производителям ИОЛ стоит рассмотреть данный вопрос и, возможно, внести соответствующие изменения, что, вероятно, расширит область применения данных ИОЛ. Стоит отметить, что немаловажным фактом является тщательный отбор пациентов. Представленные результаты исследований позволяют с оптимизмом смотреть на оптическую коррекцию пресбиопии у пациентов после лазерной коррекции, в связи с чем возможно дальнейшее увеличение количества проводимых лазерных рефракционных операций, однако требуется детальное изучение данного вопроса.

Клинико-функциональные результаты и исследования коррекции пресбиопии после лазерных кераторефракционных операций

Clinical and functional results of presbyopia correction after laser refractive surgery

Таблица Table		Young-Sik Yoo, 2021 [20]		Luis F. Brenner, 2019 [19]		Orkun Murfluoglu 2010 [16]		José F. Alfonso, 2008 [14]		Violette Vrijman, 2018 [17]		Violette Vrijman, 2017 [15]		Qiu-Mei Li, 2020 [18]		Violette Vrijman, 2017 [15]	
Вид рефракционной операции Refractive surgery procedures	ЛАЗИК, ФРК LASIK, PRK	ЛАЗИК, ЛАЗИК, LASEK, LASIK		Миопическая абляция Myopic ablation		ЛАЗИК LASIK		ЛАЗИК LASIK		Гиперметропическая лазерная коррекция Hyperopic corneal refractive laser surgery		ЛАЗИК, ФРК LASEK, LASIK, PRK		ЛАЗИК LASIK		ЛАЗИК, ФРК LASEK, LASIK, PRK	
		ЛАЗИК, ЛАЗИК, LASEK, LASIK		Гиперметропическая абляция Hyperopic ablation		ЛАЗИК LASIK		ЛАЗИК LASIK		Гиперметропическая лазерная коррекция Hyperopic corneal refractive laser surgery		ЛАЗИК, ФРК LASEK, LASIK, PRK		ЛАЗИК LASIK		ЛАЗИК, ФРК LASEK, LASIK, PRK	
Имплантируемая линза Implanted IOL		AcrySof IQ PanOptix, TNFT00		TECNIS Symfony ZXR00		AcrySof ReSTOR SN60D3		AcrySof Restor		AcrySof ReSTOR		AcrySOF ReSTOR		AT LISA tri 839 MP		AcrySOF ReSTOR	
Послеоперационная НКОЗ вдали Mean post-UDVA ± SD (logMAR)		0.076±0.14		0.11±0.16		20/25 or better		-		0.16±0.18		0.14±-0.22		0.02±0.07		0.14±-0.22	
Послеоперационная НКОЗ вблизи Mean post-CDVA ± SD (logMAR)		-		-		-		0.004±0.058		0.01±0.08 ИБ 1.07 SI 1.07		ИБ 1.08 SI 1.08		-		ИБ 1.08 SI 1.08	
Послеоперационное значение СЭ (дптр) Mean post-SE ± SD (D)		-0.14±0.24		-0.37±0.64		0.05±1		-0.05±0.27		0.04±0.92		-0.38±0.78		-0.56±0.49		-0.38±0.78	
Послеоперационное значение НКОЗ вблизи Mean post-UNVA ± SD (logMAR)		0.051±0.077		0.13±0.12		J1 or better		0.076±0.076		0.16 ± 0.24		0.10 ± 0.10		0.15±0.11		0.10 ± 0.10	
Предсказуемость Prediction		82.5%±0.5D 17.5%>0.5D		82.6%±0.5D 98.8%±1D		83.7%±0.5D 93.9%±1D		73%±0.5D 100%±1.25D		62.5%±0.5D 87.5%±1D		57%±0.5D 86%±1D		47.6%±0.5D 90.5%±1D		57%±0.5D 86%±1D	
Примечание: *ИБ – индекс безопасности. Note: SI – the safety index.																	

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Дога А.В., Мушкова И.А., Каримова А.Н., Кечин Е.В. Клинико-функциональные результаты коррекции миопии слабой и средней степеней методом ФемтоЛАСИК с использованием отечественной и зарубежной фемтолазерных установок. Вестник офтальмологии. 2019;135(5): 13–23. [Doga AV, Mushkova IA, Karimova AN, Kechin EV. Clinical and functional outcomes of correcting low to moderate myopia with FemtoLASIK performed with Russian and Swiss femtolaser platforms. The Russian Annals of Ophthalmology. 2019;135(5): 13–23. (In Russ.)] doi: 10.17116/oftalma201913505113
2. Дога А.В., Мушкова И.А., Каримова А.Н., Кечин Е.В., Гулиев А.Г., Ли В.Г. Сравнительный анализ эффективности, безопасности, предсказуемости операции ФемтоЛАЗИК, выполненной по данным волнового фронта и по стандартному алгоритму абляции, у пациентов с миопией слабой и средней степени. Офтальмология. 2018;15(2): 189–196. [Doga AV, Mushkova IA, Karimova AN, Kechin EV, Guliev AG, Lee VG. Comparative analysis of the efficiency, safety, predictability of wavefront-guided and conventional FemtoLASIK procedures in low to moderate myopia. Ophthalmology in Russia. 2018;15(2): 189–196. (In Russ.)] doi: 10.18008/1816-5095-2018-2S-189-196
3. Дога А.В., Костенев С.В., Мушкова И.А., Носиров П.О. Результаты экстракции лентиклы роговицы для коррекции миопии средней и высокой степени. Вестник офтальмологии. 2020;136(6): 214–218. [Doga AV, Kostenev SV, Mushkova IA, Nosirov PO. Results of corneal lenticule extraction for correction. The Russian Annals of Ophthalmology. 2020;136(6): 214–218. (In Russ.)] doi:10.17116/oftalma2020136062214
4. Дога А.В., Мушкова И.А., Семенов А.Д., Каримова А.Н., Кечин Е.В., Шормаз И.Н. Морфометрические параметры роговичного клапана после операции ФемтоЛАЗИК с использованием различных фемтолазерных установок. Офтальмология. 2018;15(2): 115–123. [Doga AV, Mushkova IA, Semenov AD, Karimova AN, Kechin EV, Shormaz IN. Morphometric parameters of the corneal flap after FemtoLASIK using various femtosecond laser. Ophthalmology in Russia. 2018;15(2): 115–123. (In Russ.)] doi: 10.18008/1816-5095-2018-2-115-123
5. Pallikaris IG, Papatzanaki ME, Stathi EZ, Frenschcock O, Georgiades A. Laser in situ keratomileusis. Lasers Surg Med. 1990;10(5): 463–468. doi: 10.1002/lsm.1900100511
6. Ratkay-Traub I, Juhasz T, Horvath C, Suarez C, Kiss K, Ferincz I, Kurtz R. Ultra-short pulse (femtosecond) laser surgery: initial use in LASIK flap creation. Ophthalmol Clin North Am. 2001;14(2): 347–355, viii–ix.
7. Wang L, Koch DD. Intraocular lens power calculations in eyes with previous Corneal Refractive Surgery: Review and Expert Opinion. Ophthalmology. 2021;128(11): 121–131. doi: 10.1016/j.ophtha.2020.06.054
8. Song Y, Fang L, Zhu Q, Du R, Guo B, Gong J, Huang J. Biomechanical responses of the cornea after small incision lenticule extraction (SMILE) refractive surgery based on a finite element model of the human eye. Math Biosci Eng. 2021;18(4): 4212–4225. doi: 10.3934/mbe.2021211
9. Пантелеев Е.Н., Бессарабов А.Н., Агафонов С.Г. Роль изменений анатомо-оптических взаимоотношений в переднем отрезке глаза после миопического Ласик и дозированной радиальной кератотомии в расчете эффективного положения ИОЛ. Практическая медицина. 2012;4: 284–287. [Panteleev EN, Bessarabov AN, Agafonov SG. The role of changes in anatomical and optical relationships in the anterior segment of myopic eyes after Lasik and front dosed radial keratotomy in calculations of effective IOL position. Practical medicine. 2012;4: 284–287. (In Russ.)]
10. Aramberri J. Intraocular lens power calculation after corneal refractive surgery: double-K method. J Cataract Refract Surg. 2003;29(11): 2063–2068. doi: 10.1016/s0886-3350(03)00957-x
11. Borasio E, Stevens J, Smith GT. Estimation of true corneal power after keratorefractive surgery in eyes requiring cataract surgery: BESS't formula. J Cataract Refract Surg. 2006;32(12): 2004–2014. doi: 10.1016/j.jcrs.2006.08.037
12. Федоров С.Н., Колинко А.И. Методика расчета оптической силы интраокулярной линзы. Вестник офтальмологии. 1967;4: 27–31. [Fedorov SN, Kolinko AI. The method of calculating the optical strength of an intraocular lens. The Russian Annals of Ophthalmology. 1967;4: 27–31. (In Russ.)]
13. Малугин Б.Э., Исаев М.А., Головин А.В., Албакова Х.М. Сравнительная характеристика зрительных функций и данных aberrometry у пациентов со сферической, асферической и аккомодирующей моделями ИОЛ. Офтальмохирургия. 2012;1: 46–53. [Malugin BE, Isayev MA, Golovin AV, Albakova KM. Comparative characteristic of visual functions and aberrometry data in patients with spherical, aspheric and accommodative IOL designs. Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2012;1: 46–53. (In Russ.)]
14. Alfonso JF, Madrid-Costa D, Poo-López A, Montés-Micó R. Visual quality after diffractive intraocular lens implantation in eyes with previous myopic laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg. 2008;34(11): 1848–1854. doi: 10.1016/j.jcrs.2008.07.023
15. Vrijman V, van der Linden JW, van der Meulen IJE, Mourits MP, Lapid-Gortzak R. Multifocal intraocular lens implantation after previous corneal refractive laser surgery for myopia. J Cataract Refract Surg. 2017;43(7): 909–914. doi: 10.1016/j.jcrs.2017.06.028
16. Muftuoglu O, Dao L, Mootha VV, Verity SM, Bowman RW, Cavanagh HD, McCulley JP. Apodized diffractive intraocular lens implantation after laser in situ keratomileusis with or without subsequent excimer laser enhancement. J Cataract Refract Surg. 2010;36(11): 1815–1821. doi: 10.1016/j.jcrs.2010.05.021
17. Vrijman V, van der Linden JW, van der Meulen IJE, Mourits MP, Lapid-Gortzak R. Multifocal intraocular lens implantation after previous hyperopic corneal refractive laser surgery. J Cataract Refract Surg. 2018;44(4): 466–470. doi: 10.1016/j.jcrs.2018.01.030
18. Li QM, Wang F, Wu ZM, Liu Z, Zhan C, Chen BH, Sima J, Stieger K, Li SW. Trifocal diffractive intraocular lens implantation in patients after previous corneal refractive laser surgery for myopia. BMS Ophthalmology. 2020;20(1): 293. doi: 10.1186/s12886-020-01556-0
19. Brenner LF, Gjerdrum B, Aakre BM, Lundmark PO, Nistad K. Presbyopic refractive lens exchange with trifocal intraocular lens implantation after corneal laser

vision correction: Refractive results and biometry analysis. J Cataract Refract Surg. 2019;45(10): 1404–1415. doi: 10.1016/j.jcrs.2019.05.031

20. Yoo YS, Kang MC, Park J, Kwon HG, Chung ES, Lim DH, Chung TY. Factors affecting prediction error after cataract surgery with implantation of various multifocal IOLs in patients with previous refractive laser surgery. Ann Transl Med. 2021;9(23): 1720. doi: 10.21037/atm-21-3057

21. Wang L, Pitcher JD, Weikert MP, Koch DD. Custom selection of aspheric intraocular lenses after wavefront-guided myopic photorefractive keratectomy. J Cataract Refract Surg. 2010;36(1): 73–81. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.07.037

22. Bottos KM, Leite MT, Aventura-Isidro M, Bernabe-Ko J, Wongpitoonpiya N, Ong-Camara NH, Purcell TL, Schanzlin DJ. Corneal asphericity and spherical aberration after refractive surgery. J Cataract Refract Surg. 2011;37(6): 1109–1115. doi: 10.1016/j.jcrs.2010.12.058

23. Инструкция по применению Линза интраокулярная ACRYSOF модель: TFNT00 ACRYSOF IQ PANOPTIX 5. [Instructions for use Intraocular lens ACRYSOF model: TFNT00 ACRYSOF IQ PANOPTIX 5]

Информация об авторах

Александр Викторович Дога, д.м.н., профессор, alexander_doga@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2519-8941>

Евгений Владимирович Кечин, к.м.н., evgeny.kechin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6732-1226>

Андрей Владимирович Головин, к.м.н., golovin.mntk@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7577-1289>

Аделя Насбуллаевна Каримова, к.м.н., adelya.k.n@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6926-7780>

Нино Романовна Цикаришвили, ординатор, nino1996nino@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4084-7794>

Али Наиф Джабер, ординатор, Ali96@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1428-5361>

Information about the authors

Alexander V. Doga, Doctor of Science in Medicine, Professor, alexander_doga@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2519-8941>

Evgeniy V. Kechin, PhD in Medicine, researcher, evgeny.kechin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6732-1226>

Andrey V. Golovin, PhD in Medicine, golovin.mntk@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7577-1289>

Adelya N. Karimova, PhD in Medicine, researcher, adelya.k.n@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6926-7780>

Nino R. Tsikarishvili, resident, nino1996nino@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4084-7794>

Ali N. Dzhaber, resident, Ali96@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1428-5361>

Вклад авторов в работу:

А.В. Дога: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.

Е.В. Кечин: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, написание текста, редактирование.

А.В. Головин: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, редактирование.

А.Н. Каримова: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, редактирование.

Н.Р. Цикаришвили: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, написание текста.

А.Н. Джабер: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала.

Authors' contribution:

A.V. Doga: significant contribution to the concept and design of the work, editing, final approval of the version to be published.

E.V. Kechin: significant contribution to the concept and design of the work, collection, analysis and processing of material, writing the text, editing.

A.V. Golovin: significant contribution to the concept and design of the work, editing.

A.N. Karimova: significant contribution to the concept and design of the work, editing.

N.R. Tsikarishvili: significant contribution to the concept and design of the work, collection, analysis and processing of material, writing the text.

A.N. Dzhaber: significant contribution to the concept and design of the work, collection, analysis and processing of material.

Финансирование:

Авторы не получили конкретный грант на это исследование от какого-либо финансирующего агентства в государственном, коммерческом и некоммерческом секторах.

Согласие пациента на публикацию: письменного согласия на публикацию этого материала получено не было. Он не содержит никакой личной идентифицирующей информации.

Конфликт интересов: Отсутствует.

Funding: The authors have not declared a specific grant for this research from any funding agency in the public, commercial or not-for-profit sectors.

Patient consent for publication: No written consent was obtained for the publication of this material. It does not contain any personally identifying information.

Conflict of interest: There is no conflict of interest.

Поступила: 20.06.2022

Переработана: 11.07.2022

Принята к печати: 17.08.2022

Originally received: 20.06.2022

Final revision: 11.07.2022

Accepted: 17.08.2022