

DOI: 10.29413/ABS.2019-4.4.6

Интраокулярная коррекция пресбиопии методом имплантации мультифокальных линз. Обзор литературы

Першин К.Б.¹, Пашинова Н.Ф.¹, Коновалова М.М.², Цыганков А.Ю.¹, Коновалов М.Е.²¹ Офтальмологический центр «Эксимер» (109147, г. Москва, ул. Марксистская, 3, стр. 1, Россия); ² ООО «Офтальмологический центр Коновалова» (125047, г. Москва, ул. 3-я Тверская-Ямская, 56/6, Россия)

Автор, ответственный за переписку: Коновалова Мария Михайловна, e-mail: mariakonovalova11@gmail.com

Резюме

Сниженная зависимость от очков является все более распространённым ожиданием среди тех, кто хочет воспользоваться новыми хирургическими возможностями. Особенно это касается пациентов, ведущих активный образ жизни. В настоящее время в связи с увеличением продолжительности активной жизни у людей старше 40 лет возникает необходимость эффективной коррекции пресбиопии. Мультифокальные интраокулярные линзы всё чаще используются при лечении пресбиопии. После имплантации мультифокальных интраокулярных линз у большинства пациентов отсутствует необходимость в очковой или контактной коррекции зрения. Вместе с тем осложнения могут повлиять на качество жизни пациента и уровень его удовлетворённости. Наиболее распространёнными осложнениями мультифокальной коррекции являются нечёткое зрение и наличие оптических феноменов («гало» и «глэр»), связанных с остаточной аметропией, помутнением задней капсулы, большим размером зрачка, аномалиями волнового фронта, сухим глазом и децентрацией линзы. Основными причинами этого являются неудача при попытке к нейроадаптации у пациента, дислокация линзы, остаточная ошибка рефракции и помутнение линзы. В обзоре представлены основные особенности различных моделей мультифокальных интраокулярных линз, техники их имплантации, ассоциированные осложнения и методы их коррекции. Развитие мультифокальной коррекции пресбиопии и аметропий представляется перспективным направлением в офтальмохирургии.

Ключевые слова: пресбиопия, мультифокальные интраокулярные линзы, катаракта

Для цитирования: Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Коновалова М.М., Цыганков А.Ю., Коновалов М.Е. Интраокулярная коррекция пресбиопии методом имплантации мультифокальных линз. Обзор литературы. *Acta biomedica scientifica*. 2019; 4(4): 41-55. doi: 10.29413/ABS.2019-4.4.6

Multifocal Intraocular Lenses Implantation in Presbyopia Correction. Literature Review

Pershin K.B.¹, Pashinova N.F.¹, Konovalova M.M.², Tsygankov A.Yu.¹, Konovalov M.E.²¹ Ophthalmologic Clinic "Excimer" (3/1 Marksistskaya str., 109147 Moscow, Russian Federation); ² ООО Konovalov Ophthalmologic Center (56/6 3 Tverskaya-Yamskaya str., 125047 Moscow, Russian Federation)

Corresponding author: Maria M. Konovalova, e-mail: mariakonovalova11@gmail.com

Abstract

Reduced dependence on glasses is an increasingly common expectation among those who want to take advantage of new surgical opportunities, especially for patients who lead an active lifestyle. Currently, due to the increase in the duration of active life in people over 40, there is a need for effective correction of presbyopia. Multifocal intraocular lenses are increasingly used in the treatment of presbyopia. After implantation of multifocal intraocular lenses most patients have no need for spectacle or contact vision. However, complications can affect the patient's quality of life and level of satisfaction. The most common complications of multifocal correction are blurred vision and the presence of optical phenomena ("halo" and "glare"), associated with residual ametropia, clouding of the posterior capsule, large pupil size, anomalies of the wave front, dry eye and lens decentration. The main reasons for this are the failure to attempt to neuroadapt a patient, the dislocation of the lens, the residual refractive error and the clouding of the lens. The review presents the main features of various models of multifocal intraocular lenses, their implantation techniques, associated complications and methods for their correction. The development of multifocal correction of presbyopia and ametropia seems to be a promising direction in ophthalmic surgery.

Key words: presbyopia, multifocal intraocular lenses, cataract

For citation: Pershin K.B., Pashinova N.F., Konovalova M.M., Tsygankov A.Yu., Konovalov M.E. Multifocal Intraocular Lenses Implantation in Presbyopia Correction. Literature Review. *Acta biomedica scientifica*. 2019; 4(4): 41-55. doi: 10.29413/ABS.2019-4.4.6

ВВЕДЕНИЕ

Мультифокальные интраокулярные линзы (МИОЛ) всё чаще используются при лечении пресбиопии. После имплантации мультифокальных интраокулярных линз у большинства пациентов отсутствует необходимость в очковой или контактной коррекции зрения. Вместе

с тем осложнения могут повлиять на качество жизни пациента и уровень его удовлетворённости. Наиболее распространёнными осложнениями мультифокальной коррекции являются нечёткое зрение и наличие оптических феноменов («гало» и «глэр»), связанных с остаточной аметропией, помутнением задней капсулы, большим

размером зрачка, аномалиями волнового фронта, сухим глазом и децентрацией линзы. Основными причинами этого являются неудача при попытке к нейроадаптации у пациента, дислокация линзы, остаточная ошибка рефракции и помутнение линзы [1].

Сниженная зависимость от очков является всё более распространённым ожиданием среди тех, кто хочет воспользоваться новыми хирургическими возможностями. Особенно это касается пациентов, ведущих активный образ жизни. В настоящее время в связи с увеличением продолжительности активной жизни у людей старше 40 лет возникает необходимость эффективной коррекции пресбиопии и избавления от очковой коррекции с учётом активного образа жизни пациентов пенсионного возраста, включая вождение автомобиля [2].

Существующие МИОЛ в большинстве случаев не являются удовлетворительным решением для хорошего зрения на разных расстояниях [3]. Имеются данные о том, что для достижения хорошего результата от имплантации МИОЛ необходимо проводить тщательный отбор пациентов, хирург должен быть знаком с интраокулярной линзой (ИОЛ) и её особенностями, а также знать, как контролировать возможные осложнения. Линзы, доступные в настоящее время на рынке, предоставляют широкий спектр возможностей для решения различных клинических задач. Согласно оптическому дизайну, ИОЛ могут быть зависимыми или независимыми от диаметра и реактивности зрачка. Несмотря на то, что все конструкции сделаны для имплантации в капсульный мешок, размещение в цилиарную борозду также представляется возможным у пациентов с уже имплантированной монофокальной интраокулярной линзой или в случае, когда имплантация в капсульный мешок невозможна из-за осложнений во время проведения хирургии [4]. МИОЛ могут быть бифокальными или трифокальными, предлагая разное качество зрения на различных расстояниях, что помогает лучше адаптироваться к образу жизни пациентов [5]. Выделяют четыре фактора, на которые следует обратить внимание при выборе МИОЛ:

1. Возраст пациента, его потребности, образ жизни и психологический статус.
2. Клиническое состояние органа зрения пациента и наличие сопутствующих заболеваний, особенно с потенциальным отрицательным влиянием на функцию контрастной чувствительности.
3. Реактивность и размер зрачка в разных световых условиях.
4. Опыт хирурга в работе с МИОЛ.

СОВРЕМЕННЫЕ МИОЛ: ДИЗАЙНЫ И МОДЕЛИ

Для обеспечения хорошего зрения на разных дистанциях были предложены различные оптические решения для мультифокальных ИОЛ. МИОЛ должна иметь такой оптический дизайн, который позволит одновременно фокусировать свет от объектов, находящихся вдали и вблизи. Некоторый объем света рассеивается сам по себе из-за хроматических аберраций, степени прозрачности роговицы, дифракции от края зрачка и общей рефракционной ошибки оперируемого глаза. Данные факторы влияют на успешный результат от имплантации МИОЛ [6].

МИОЛ могут быть рефракционными, дифракционными или смешанными (рефракционно-дифракционными). Предыдущие и некоторые новые модели рефракционных

МИОЛ являются вращательно-симметричными, имея кольцевые зоны с различными коэффициентами преломления, чтобы обеспечить соответствующий фокус для объектов вблизи и вдали. Некоторые новые версии являются несимметричными по отношению к вращению с нижним сегментом с преломляющей силой, необходимой для обеспечения хорошего зрения вблизи. Они также называются варифокальными, поскольку обеспечивают непрерывное изменение оптической силы вдоль данного меридиана. На рефракционные модели МИОЛ могут влиять её децентрация и динамика изменения диаметра зрачка. Рефракционные мультифокальные интраокулярные линзы обеспечивают адекватное зрение на среднем расстоянии и вдаль, в то время как зрение на ближнем расстоянии также удовлетворительно, но может быть недостаточным или может оказывать влияние на качество изображения на сетчатке, создавая искажения [3].

Ограничения рефракционных МИОЛ заключаются в следующем:

1. Зависимость от величины зрачка, которая меняется в зависимости от дизайна ИОЛ.
2. Высокая чувствительность к центрации линзы.
3. Повышенная частота «галло» и «глэр» из-за шероховатых областей между зонами.
4. Потеря контрастной чувствительности.

Дифракционные линзы основаны на том принципе, что каждую точку волнового фронта можно рассматривать как свой собственный источник вторичных так называемых волн, которые затем распространяются в сферическом распределении (принцип Гюйгенса – Френеля). Амплитуда оптического поля за этой точкой является просто суммой всех этих волн. Когда часть волнового фронта сталкивается с препятствием, область волнового фронта изменяется по амплитуде или фазе, а различные сегменты волнового фронта, которые распространяются за препятствие, мешают и вызывают дифракционный паттерн. Путём размещения дифракционных микроструктур в кольцевых зонах и уменьшения расстояния между зонами по мере их удаления от центра создаётся так называемая зонная пластинка Френеля, которая может создавать оптические фокусы. Достижение мультифокальности в этих типах линз осуществляется для зрения вдаль путём сочетания оптической силы передней и задней поверхностей линзы и нулевого порядка дифракции, а для близости путём объединения оптической силы передней и задней поверхностей и первого порядка дифракции [1, 3].

Дифракционная мультифокальная линза обычно обеспечивает хорошее зрение на близком расстоянии и очень хорошее зрение вдаль. Зрение на среднем расстоянии приемлемо, но уступает зрению на дальнем и ближнем расстоянии. Дифракционные МИОЛ меньше зависят от размера зрачка и более толерантны к углу каппа и децентрации, тем не менее, их основным недостатком является потеря энергии, вызванная рассеянием света на дифракционных поверхностях [3].

Дифракционные мультифокальные линзы обладают высоким потенциалом для создания эффектов «глэр» и «галло» из-за большего количества областей без переходов. Данные недостатки могут снизить качество зрения, особенно в мезопических и фотопических условиях. Некоторые модели МИОЛ изменяют показатель преломления таким образом, что он меняется от периферии к центру линзы, обеспечивая мультифокальную оптиче-

скую структуру, изменяющуюся в зависимости от размера зрачка. Другие асферические линзы предназначены для устранения сферической аберрации в ИОЛ, оставляя сферическую аберрацию роговицы для создания увеличенной глубины фокуса. Для того чтобы мультифокальная линза была эффективна, астигматизм должен быть полностью устранён или сведён к минимуму. На качество зрения после имплантации МИОЛ отрицательно влияет наличие значительно увеличенных аберраций высокого порядка роговицы [7].

РАСПРОСТРАНЁННЫЕ В МИРЕ МОДЕЛИ МУЛЬТИФОКАЛЬНЫХ ИОЛ

AcrySof IQ ReSTOR SV25T0 (Alcon Laboratories, Fort Worth, TX, USA) с добавочной силой +2,5 диоптрий (D) представляет собой моноблочную дифракционную бифокальную ИОЛ с передней аподизированной дифракционной поверхностью диаметром 3,4 мм, внутри которой имеется центральная зона преломления 1,0 мм. Аподизация является физическим явлением, которое включает действие над оптической системой, приводящее к изменению распределения интенсивности в дифракции светового изображения светящейся точки. Свободная от аберраций оптическая система даёт изображение точки в виде ряда концентрических тёмных и светлых колец. Посредством создания с помощью фильтра соответствующего распределения амплитуд и фаз на входном зрачке оптической системы волна на периферийных участках существенно ослабляется, устраняя ближайшие к центру один-два светлых дифракционных кольца. SV25T0 имеет фильтры ультрафиолетового и синего спектров цвета. Внешняя область линзы с 6 мм краем также является преломляющей. Дифракционная область представляет собой семь концентрических колец со ступенчатыми границами, что обеспечивает довольно асимметричное и зависимое от диаметра зрачка распределение света между фокусами на дальнем и ближнем расстояниях. Центральная и внешняя преломляющие части линзы предназначены для зрения вдаль. Передняя поверхность SV25T0 спроектирована с отрицательной сферической аберрацией $-0,20$ мкм (значение коэффициента Цернике 4,0 для зрачка в 6 мм) для компенсации положительных сферических аберраций роговицы [8].

AcrySof IQ ReSTOR SN6AD1 (Alcon Laboratories, Fort Worth, TX, USA) с добавочной силой +3,0 D представляет собой моноблочную аподизированную дифракционную мультифокальную ИОЛ с фильтром ультрафиолетового и синего света. Передняя поверхность имеет отрицательную сферическую аберрацию $-0,1$ мкм, предназначенную для компенсации положительной сферической аберрации роговицы. Отличие данной модели ИОЛ от AcrySof IQ ReSTOR SV25T0 заключается в том, что она имеет девять дифракционных ступеней, которые расположены ближе друг к другу, а также её центральная дифракционная зона диаметром 0,86 мм предназначена для зрения вблизи [9].

AcrySof IQ ReSTOR SN6AD3 (Alcon Laboratories, Fort Worth, TX, USA) с добавочной силой +4,0 D представляет собой асферическую моноблочную мультифокальную ИОЛ, имеющую схожую платформу с моделью ИОЛ AcrySof IQ ReSTOR SN6AD1 с добавочной силой +3,0 D. Различие заключается в строении аподизированной дифракционной оптики, которая находится в центральной оптической зоне передней поверхности ИОЛ, которая составляет 3,6 мм. Эта

область включает двенадцать концентрических ступеней с постепенно уменьшающейся ($1,3-0,2$ микрон) высотой этих ступеней, что даёт возможность иметь два фокуса – на дальнем и ближнем расстояниях. Рефракционная область оптики окружает аподизированную дифракционную область [10]. Все линзы линейки AcrySof IQ выполнены из гидрофобного акрила.

TecnisZKB00 (AMO Groningen, the Netherlands) с добавочной мощностью +2,75 D – дифракционная бифокальная моноблочная ИОЛ с передней асферической поверхностью и задней с дифракционным профилем, который покрывает полную апертуру линзы. Линза выполнена из гидрофобного акрила и имеет 15 дифракционных колец со ступенчатыми границами одинаковой высоты, предназначенными для распределения света 50/50 между фокусами на дальнем и ближнем расстояниях, близкими независимо от размера зрачка. Асферическая оптика этой МИОЛ с волновым фронтом даёт максимум сферических аберраций $-0,27$ мкм для зрачка 6,0 мм [11].

AT LISA 809M (Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany) с добавочной мощностью +3,75 D представляет собой дифракционную бифокальную ИОЛ с конструкцией, состоящей из 29 дифракционных колец, которые полностью покрывают диафрагму диаметром 6,0 мм. Эта конструкция предназначена для того, чтобы иметь асимметричное распределение света, не зависимое от диаметра зрачка, между фокусами вдали и близи в соотношении приблизительно 65/35 [12].

AT LISA tri 839MP (Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany) с добавочной оптической силой +3,33 D и +1,66 D для ближнего и промежуточного фокусов соответственно – трифокальная МИОЛ с дифракционным профилем, расположенным на передней поверхности. Профиль образован трифокальной областью с диаметром 4,34 мм, в то время как внешняя часть линзы с 6 мм краем является бифокальной зоной; то есть она посылает свет только на дальние и ближние фокусы. В дополнение к этому AT LISA tri имеет асферический дизайн со сферическими аберрациями 0,18 мкм для зрачка диаметром 6,0 мм [13]. ИОЛ линейки AT LISA моноблочные и выполнены из гидрофильного акрила с гидрофобной поверхностью.

PhysiolFVIOL (PhysIOL, Liège, Belgium) – гидрофильная акриловая моноблочная ИОЛ, которая имеет два дизайна: MicroF – с четырьмя гаптическими элементами с оптическим диаметром 6,15 мм, PodF – с двумя гаптическими элементами с оптическим диаметром 6,00 мм. PhysiolFVIOL имеет 26 дифракционных колец по всей оптике; объектив обеспечивает добавочную оптическую силу 1,75 D и 3,5 D [14]. Исследование дизайна оптики показало, что максимальная производительность для этой линзы составляла 40 см для ближнего и 80 см для промежуточного зрения [15].

AcrySof Panoptix IOL (Alcon Laboratories, Fort Worth, TX, USA) – линза, выполненная из гидрофобного акрилового материала с 6,0 мм оптическим диаметром, имеет центральную часть диаметром 4,5 мм с 15 дифракционными кольцами и внешним кольцевым пространством, которое является только преломляющим. Линза представляет собой моноблочную квадрифокальную дифракционную конструкцию, но свет от первого дифракционного порядка перераспределяется в дальний (порядок преломления) и второй дифракционный порядок с использованием проприетарной технологии. Линза имеет

необходимую дифракционную конструкцию с несколькими гармониками, при этом она имеет добавочную оптическую силу 1,1 D, 2,2 D и 3,3 D по плоскости ИОЛ; перераспределяется диффузионный порядок, равный 1,1 D. Эта конструкция оптики обеспечивает приблизительные фокусные точки 60 и 40 см для промежуточного и ближнего фокусов соответственно [16].

Мультифокальная ИОЛ Optiflex MO/HF-DO12 (Moss Vision Inc., Ltd, London, UK) представляет собой моноблочную, дифракционно-рефракционную, 360-градусную ИОЛ с асферической оптикой. Линза имеет 6,0 мм оптику и общий размер 12,5 мм с добавочной мощностью +3,00 D и изготовлена из гидрофобного акрила, содержащего естественный жёлтый хромофор. Optiflex MO/HF-DO12 использует аподизацию, дифракцию и рефракцию. Аподизированная дифракционная область находится в центральной оптической зоне 3,75 мм ИОЛ. Эта область состоит из 9 концентрических ступеней с постепенно снижающейся высотой. Преломляющая часть оптики окружает аподизированную дифракционную область, которая направляет свет в дальнюю фокусную точку, рассчитана на большой диаметр зрачка и предназначена для зрения вдаль [17].

SeeLens MF (Kibbutz Hanita, Israel) – новая S-образная ИОЛ, состоящая из асферической аподизированной дифракционной мультифокальной ИОЛ. Эта линза представляет собой моноблочную ИОЛ с оптическим диаметром 6,0 мм и общим диаметром 13,0 мм с непрерывной прямоугольной оптикой на 360°. Дифракционные ступени расположены в центральной зоне 4 мм, соответствующей размерам зрачка в различных условиях освещения. Добавка для зрения вблизи составляет +3,00 D, добавка для зрения вдаль составляет +2,4 D. Данную ИОЛ изготавливают из гидрофильного акрилового сополимера НЕМА/ЕОЕМА, а сама линза представляет собой фильтр УФ-блокатора и фиолетового света. Он имеет открытую конструкцию с S-контуром петли с углом наклона гаптики 5°. Дизайн данной мультифокальной ИОЛ позволяет имплантировать её через разрез размером 1,8 мм [18].

ИОЛ Tecnis® Symphony® ZXR00 (Johnson & Johnson Vision, Santa Ana, California) – моноблочная гидрофобная акриловая линза с новым дизайном, который способствует расширенному диапазону фокусировки, а также имеет заднюю дифракционную поверхность, а передняя сторона является асферической и добавляет 0,27 мкм сферической аберрации для компенсации положительной сферической аберрации роговицы. Концепция ИОЛ с увеличенной глубиной фокуса (EDOF), которой является модель ZXR00, может быть объяснена расщеплением световой энергии в удлинённый фокус, который может уменьшить перекрытие ближнего и дальнего изображений, вызываемого традиционными мультифокальными ИОЛ, что способствует снижению частоты оптических феноменов. Также используется проприетарная ахроматическая дифракционная эшелеттная конструкция, которая корректирует хроматическую аберрацию роговицы для снижения сферических аберраций [19].

Lentis Mplus (Oculentis GmbH, Berlin, Germany) – это неротационная симметричная мультифокальная ИОЛ, которая разработана для обеспечения высокой контрастной чувствительности и минимизации эффектов «галло» и «глэр». Данная линза с рефракционным дизайном включает асферическую асимметричную зону для обеспечения зрения вдаль и встроенный сектор для зрения вблизи.

Подобная технология позволяет осуществлять плавный переход между зонами. ИОЛ Mplus обеспечивает добавку в 3,0 D независимо от диаметра зрачка, а также гарантирует минимальную потерю света при переходе между зонами. Она является абберационно нейтральной, что обеспечивает увеличение глубины фокуса. Линза Mplus доступна с двумя вариантами опорных элементов: плоскостной и с S-образной гаптиками. Обе линзы представляют собой моноблочные мультифокальные ИОЛ из гидрофильного акрила с двояковыпуклой 6,0 мм оптической частью. Асферическая задняя плоскость оптики содержит сектор, обеспечивающий добавочные 3 D. ИОЛ с S-образной гаптикой (LS312 MF) имеет общую длину 12,0 мм и оптическую силу от 5,0 до 36,0 D с шагом в 0,5 D. ИОЛ с плоскостной гаптикой (LS-313 MF) имеет общую длину 11,0 мм и оптическую силу от 10,0 до 30,0 D с шагом 0,5 D. Длина рекомендуемого разреза для имплантации ИОЛ с S-образной гаптикой составляет 2,6 мм, для ИОЛ с плоскостной гаптикой – 2,2 мм с парацентезами длиной 1,8 мм [20].

ReZoom (AMO Groningen, Netherlands) – это трёхчастная рефракционная мультифокальная акриловая ИОЛ второго поколения. Она имеет мультифокальное строение, включающее 5 концентрических рефракционных зон, которые обеспечивают мультифокальность. Зоны 1, 3 и 5 обеспечивают зрение вдаль, а зоны 2 и 4 – зрение вблизи. Асферический переход между зонами обеспечивает сбалансированное зрение на промежуточном расстоянии. Добавочная сила составляет +3,5 D. Материал ReZoom представляет собой гидрофобный акрил [21].

ИОЛ Rayner M-flex (West Sussex, United Kingdom) являются мультифокальными моноблочными ИОЛ, основанными на одной из двух платформ (для капсульной фиксации – RayOne Trifocal preloaded IOL, для размещения в борозду – Sulcoflex Trifocal), имеют рефракционную оптику и добавочную силу +3,5 D для близи и +1,75 D для среднего расстояния. Рефракционная оптика использует весь доступный свет, в связи с чем для хорошо разработанных рефракционных мультифокальных ИОЛ потеря контрастной чувствительности чаще является ниже порога восприятия большинства пациентов. RayOne Trifocal имеет общую длину 12,5 мм и диаметр оптической части 6,0 мм с 16 дифракционными кольцами. ИОЛ M-flex с капсулярной фиксацией имеют гаптическую систему с замкнутым контуром, которая обеспечивает стабильность линзы в капсульном мешке. Помещённые в борозду ИОЛ Sulcoflex имеют оптику, по существу, такую же, как у M-flex, но гораздо более низкую сферическую мощность, несмотря на то, что добавочная сила одинакова, и разработаны как дополнительные ИОЛ для исправления остаточной рефракционной ошибки или для преобразования монофокальной коррекции в многофокальную при имплантации в уже псевдофакичные глаза. Мультифокальные ИОЛ Rayner имеют особенно низкий коэффициент преломления (1,46) и производятся из гидрофильного акрилового материала «Rayacryl» [22].

В то время как стандартные мультифокальные ИОЛ часто противопоказаны пациентам с роговичным астигматизмом > 1,5 D, комбинация мультифокальных и торических оптических компонентов даёт неоспоримое преимущество для пациентов со значительным роговичным астигматизмом. Наиболее популярные модели мультифокальных ИОЛ с торическим компонентом представлены в таблице 1.

Основные модели мультифокальных торических ИОЛ

Table 1

Main types of multifocal toric IOLs

Торическая ИОЛ	Материал	Дизайн ИОЛ	Диаметр ИОЛ (мм)	Технология мультифокальности	Добавочная сила (D)	Сферическая сила (D)	Сила цилиндрического компонента (D)	Основной разрез (мм)
Acrysof IQ Restor toric (Alcon)	Гидрофобный акрил	S-образная петля	13	Дифракционно-рефракционная	+3,0	+6,0÷+34,0	+1,0÷+3,0 (шаг 0,5–0,75)	2,2
Acrysof IQ PanOptix toric (Alcon)	Гидрофобный акрил	S-образная петля	13	Дифракционно-рефракционная	+2,17 для средней дистанции, +3,25 для ближней дистанции	+13,0÷+34,0	+1,0÷+3,0 (шаг 0,5–0,75)	2,2
Acri Lisa Toric (Carl Zeiss meditec)	Гидрофильный акрил с гидрофобной поверхностью	Пластина	11	Дифракционная	+3,75	-10,0÷+32,0	+1,0÷+12,0 (шаг 0,5)	< 2,0
AT LISA tri toric 939MP (Carl Zeiss meditec)	Гидрофильный акрил с гидрофобной поверхностью	Пластина	11	Дифракционная	+1,66 для средней дистанции, +3,33 для ближней дистанции	-10,0÷+28,0	+1,0÷+4,0 (шаг 0,5)	< 2,0
M-flex T (Rayner)	Гидрофильный акрил с гидрофобной поверхностью	S-образная петля	24/25	Рефракционная	+3,0÷+4,0	+14,0÷+32,0	+1,5÷+6,0 (шаг 0,5)	< 2,0
Lentis Mplus toric (Oculentis)	Гидрофильный акрил с гидрофобной поверхностью	Пластина	11	Рефракционная	+3,0	0,0÷+36,0	+0,25÷+12,0 (шаг 0,75)	2,6
Tecnis ZMT (Abbott)	Гидрофобный акрил	S-образная петля	13	Дифракционная	+4,0	+5,0÷+34,0	+1,5÷+4,0 (шаг 0,5)	2,2

ОТБОР ПАЦИЕНТОВ ДЛЯ ИМПЛАНТАЦИИ МИОЛ

Подробный сбор анамнеза и беседа с пациентом с учётом особенностей его профессиональной деятельности, хобби и других повседневных занятий позволят избежать впоследствии недоразумений и неудовлетворённости. Толерантность пациента к ночной дисфотопсии и снижение качества остроты зрения также следует принимать во внимание. Личность пациента важна для оценки способности пациента к нейроадаптации в случае появления послеоперационной дисфотопсии, оптических феноменов («глэр» и «галло»), а также при оценке способности пациента рисковать небольшой потерей контрастной чувствительности или временного «глэр» в обмен на более широкий диапазон зрения и возможность чтения без очков. Личность пациента играет важную роль в выборе модели ИОЛ. Следует избегать пациентов с нереалистичными ожиданиями и людей с чрезмерно критической личностью [23]. Функция контрастной чувствительности может значительно снизиться после операции из-за некоторого деления световых пучков, произошедшего в линзе [24], особенно в мезопических условиях освещения.

Ночное зрение также является серьёзной проблемой при имплантации любой модели МИОЛ. Пациенты, которые уже имеют проблемы с ночным зрением, а

также пациенты, которые работают и водят автомобиль в ночное время суток или страдают от других нарушений ночного зрения, должны быть предупреждены о том, что контрастная чувствительность в послеоперационном периоде может быть снижена, а «галло» и «глэр» могут появиться или усугубиться [25].

Таким образом, предоперационная комбинация правильного отбора пациента и надлежащего выбора ИОЛ в конечном итоге приводит к удовлетворённости пациента.

Послеоперационное ухудшение зрения может быть результатом сухости глазной поверхности, блефарита, дистрофии базальной мембраны эпителия, рубцов роговицы, отёка роговицы, отёка макулы и других заболеваний сетчатки, децентрации линзы, помутнения задней капсулы и остаточной рефракционной ошибки или астигматизма. Следует избегать пациентов, у которых есть сопутствующая патология органа зрения, которая может препятствовать удовлетворительному результату от использования мультифокальной ИОЛ. Также необходимо проявлять осторожность с пациентами, которые давно используют контактные линзы по технике моновижн, к которой они уже привычны, в то время как имплантация МИОЛ – это другое решение их рефракционной ошибки, которое может вызвать проблему с нейроадаптацией [26].

Пациенты с глаукомой имеют определённую степень снижения контрастности чувствительности и зрительной функции в мезопических условиях. МИОЛ также могут снизить контрастную чувствительность и зрительные функции в мезопических условиях, поэтому данный тип ИОЛ может вызвать значительные нарушения зрения у таких пациентов [27]. Вместе с тем имеются данные о возможности имплантации МИОЛ у пациентов с начальными стадиями глаукомы [28].

Пациенты с макулопатией являются ещё одной спорной группой для имплантации МИОЛ. Нет сомнений в том, что пациенты, страдающие диабетической макулопатией или возрастной макулярной дегенерацией, могут улучшить свою остроту зрения после хирургии катаракты с имплантацией ИОЛ, однако пациенты, которые уже страдают от макулопатии, имеют сниженную контрастную чувствительность. Большинство пациентов с псевдофакической мультифокальной коррекцией без активных заболеваний сетчатки довольны своей независимостью от очков. Пациенты с макулопатией и некоторой потерей зрения более терпимы к дефокусу изображения и могут адаптироваться быстрее. Однако у некоторых из этих пациентов контрастная чувствительность является важным аспектом при определении их способности к чтению. В связи с этим пациенты, страдающие макулопатией, должны быть тщательно отобраны для имплантации МИОЛ. Примечательно, что в некоторых исследованиях было установлено, что МИОЛ используются для зрительной реабилитации пациентов, страдающих возрастной макулярной дегенерацией [29]. В статье, опубликованной в 2012 г., J.L. Gayton et al. сообщили о своём опыте имплантации МИОЛ у пациентов с возрастной макулярной дегенерацией и пришли к выводу о том, что мультифокальные линзы могут служить вспомогательным средством при слабовидении. Расчёт имплантированной линзы на сферический эквивалент около $-2,00$ D дал около $+5,20$ D добавки вблизи. Замена хрусталика на рассчитанную на миопию МИОЛ улучшала или поддерживала зрение вблизи без серьёзного вреда для максимально скорректированного зрения вдаль (МКОЗ) [30].

Синдром «сухого глаза» также является условным противопоказанием для имплантации МИОЛ. Здоровая поверхность глаза является ключевым фактором в достижении успешного результата при применении МИОЛ. Слёзная плёнка роговицы является первой преломляющей поверхностью глаза, а операция по удалению катаракты с имплантацией МИОЛ при нарушенной слёзной плёнке приведёт к неблагоприятному рефракционному результату. Несостоятельная слёзная плёнка может быть вызвана сниженной продукцией слёзной жидкости («сухой глаз») или дефектом её состава. В обоих случаях в результате происходит изменение поверхности глаза, вызывающее нарушения зрения и снижение качества жизни. Около 15 % пациентов, неудовлетворённых результатом имплантации МИОЛ, страдают от синдрома «сухого глаза» и предъявляют жалобы на нечёткое зрение и оптические феномены в дополнение к ирритации, покраснению и чрезмерному слезоотделению. Диагностика «сухого глаза» должна быть проведена перед началом оперативного лечения [31]. Необходимо учитывать такие признаки, как правильная механическая функция век, отсутствие перед-

него или заднего блефарита (например, себорейного переднего блефарита и мейбомита) и других заболеваний глазной поверхности, поскольку они являются фактором риска возникновения послеоперационной инфекции и воспаления [32].

МОНОКУЛЯРНАЯ ИМПЛАНТАЦИЯ МИОЛ

В связи со склонностью МИОЛ снижать контрастную чувствительность, в тех случаях, когда воздействуют только на один глаз, количество света, достигающего сетчатки, может быть меньше, по сравнению с неоперированным глазом. Разница в качестве изображения между глазами может доставлять дискомфорт пациенту и требует времени для адаптации. Нейроадаптация к этой разнице – трудоёмкая процедура, но в конечном итоге нейроадаптация мозга и воспринимаемое изображение с обоих глаз является чётким и интегрировано у подавляющего большинства пациентов. Противники имплантации МИОЛ в один глаз предупреждают о монокулярном подавлении [33], тогда как другие предполагают, что МИОЛ можно имплантировать монофокально, и результат является удовлетворительным. МИОЛ в одном глазу обеспечивает лучший стереопсис, более высокую независимость от очковой коррекции и в целом удовлетворительную остроту зрения, по сравнению с монофокальными ИОЛ у пациентов с односторонней имплантацией [34]. Хотя бифокальная имплантация МИОЛ, вероятно, является наиболее благоприятной, односторонняя имплантация мультифокальных линз может также обеспечить пациенту независимость от очков без ущерба для контрастной чувствительности, особенно у молодых пациентов. По мнению авторов, выполнение монокулярной имплантации МИОЛ предпочтительнее неведущий глаз [35, 36].

НЕЙРОАДАПТАЦИЯ И МИОЛ

Из-за того факта, что при разделении света, вызванным оптической конструкцией МИОЛ, возникают различные фокусные точки, мозг получает одновременно разные изображения, которые нужно обрабатывать и использовать для фокусировки объектов на разных расстояниях. Зрительная функция развивается, обрабатывая только 1 изображение, которое при аккомодации изменяет точку фокусировки, чтобы адаптировать фокус к расстоянию, на котором необходимо получить четкое изображение. Невозможность нейроадаптации может вызвать блики, замешательство, искажение и ощущение плохого зрения. Нейроадаптация - это процесс, в котором нервная система человека регулирует изменения в нервных импульсах. Из-за аберраций, вызванных роговицей и нативным хрусталиком, изображение на сетчатке не является совершенным и всегда несколько размыто. При имплантации ИОЛ аберрации роговицы изменяются с помощью хирургических разрезов, а также уменьшаются аберрации хрусталика. МИОЛ благодаря своему дизайну вызывают дальнейшие изменения, поскольку по меньшей мере одна фокальная плоскость (зрение на среднем и ближнем расстоянии) размыта, что ставит более сложную задачу для мозга адаптироваться к новому изображению на сетчатке [37].

Зрительная нейроадаптация после имплантации МИОЛ является сложным и трудоёмким процессом и зависит от разных факторов, некоторые из которых ассоци-

ированы с конкретным типом мультифокальной оптики и связанными с ИОЛ оптическими аберрациями высшего порядка, тогда как другие зависят от индивидуальных характеристик пациента. Одной из этих переменных является возраст. Пациентам молодого возраста легче переносить нейроадаптацию, чем более возрастным. Дифракционные или рефракционные характеристики имплантированной МИОЛ влияют на процесс нейроадаптации, что может повлиять на результат в целом. Некоторые авторы считают, что нейроадаптация может быть ускорена с помощью предоперационной зрительной подготовки. Однако не существует доказательств, подтверждающих, что эта подготовка помогает, хотя некоторые данные свидетельствуют о том, что зрительная подготовка может быть возможным решением для пациентов, у которых имеются проблемы с нейроадаптацией [38].

Нейроадаптация может возникать в ответ на монокулярное или бинокулярное зрительное нарушение и в значительной степени зависит от зрительного восприятия. Нейроадаптация является серьёзной проблемой при имплантации МИОЛ, потому что эти линзы для достижения мультифокальности накладывают изображение друг на друга и в разной степени уменьшают контрастную чувствительность. Хотя имплантация МИОЛ связана с негативными аспектами нейроадаптации, она даёт возможность повысить удовлетворённость пациента, связанную с возможностью использования разных фокусных расстояний в повседневной жизни, что является полезным навыком, который может способствовать нейроадаптации. Типичное течение процесса нейроадаптации после имплантации мультифокальной ИОЛ предполагает минимум 3 месяца для значительного уменьшения оптических феноменов. Максимальное улучшение может быть достигнуто через 1 год после операции [39]. Н. Каутак et al. исследовали эффективность специальной программы зрительной тренировки (Revital Vision) для улучшения послеоперационной зрительной производительности вследствие повышения способности к нейроадаптации после имплантации ИОЛ ReSTOR и Tecnis и сообщили об улучшении качества зрения после прохождения специальной двухнедельной тренировочной программы. Этот эффект сохранялся в течение 6 месяцев [39].

УДОВЛЕТВОРЁННОСТЬ ПАЦИЕНТОВ

Для оценки удовлетворённости пациентов доступны разные виды опросников, посвящённые качеству жизни. N.E. de Vries et al. столкнулись с тем, что наиболее распространёнными жалобами пациентов после имплантации мультифокальных ИОЛ являются следующие: 94,7 % глаз – с нечётким зрением (72 из 76 глаз), 38,2 % глаз – с оптическими феноменами. Основными причинами, связанными с этими симптомами, являются остаточная аметропия у 65,5 % пациентов, помутнение задней капсулы (ПЗК) – в 15,8 % глаз, большой размер зрачка – в 14,5 %, аномалии волнового фронта – в 11,8 % [40]. M.A. Woodward et al. обнаружили, что основными жалобами неудовлетворённых пациентов (43 из 106 глаз) являются нечёткое зрение (37 %) и оптические феномены (42 %). Оптические феномены были связаны с синдромом «сухого глаза» в 5 % случаев, при децентрации ИОЛ в 11 % случаев и ПЗК – в 67 % [41].

ОСЛОЖНЕНИЯ ПОСЛЕ ИМПЛАНТАЦИИ МУЛЬТИФОКАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ИОЛ И ВЕДЕНИЕ ПАЦИЕНТА С ЖАЛОБАМИ НА КАЧЕСТВО ЗРЕНИЯ ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ

Причины неудовлетворённости пациента

Имплантация мультифокальных ИОЛ позволяет получить независимость от очковой коррекции на всех расстояниях. В подавляющем большинстве случаев достигается высокая степень удовлетворённости от результатов хирургического вмешательства [42]. Однако иногда возникают осложнения, которые влияют на качество жизни и уровень удовлетворённости пациента. В одном из исследований, проведённом в группе, была обнаружена корреляция между некоторыми клиническими параметрами и качеством жизни, такими как вождение (особенно ночью) и контрастная чувствительность или качество зрения и НКОЗд [43].

В одной из публикаций описана интересная корреляция между жалобами на дисфотопсию и типом личности. В этом исследовании 82,2 % пациентов предпочли бы повторную мультифокальную ИОЛ, 3,7 % – нет, а 14,1 % были не уверены в ответе. Общее удовлетворение коррелировало с низким астигматизмом, хорошей остротой зрения, низким уровнем оптических феноменов и низкой зависимостью от очков. Личностные характеристики (обсессивно-компульсивное расстройство, стремление к порядку, послушание) были ассоциированы с предъявлением активных субъективных жалоб на «глэр» и «гало» [44].

Нечёткость зрения является основной причиной неудовлетворённости пациентов с мультифокальными ИОЛ. Согласно M.A. Woodward et al., нечёткость зрения была основной жалобой у 30 из 32 пациентов, неудовлетворённых после имплантации МИОЛ, из общего количества 106 пациентов. 15 % пациентов (18 глаз) сообщили о наличии оптических феноменов, а 13 пациентов (16 глаз) сообщили о нечётком зрении и явлениях оптических феноменов. В большинстве случаев этиология нечёткости зрения была связана с аметропией и ПЗК. Несмотря на общий успех, для 7 % глаз потребовалась замена ИОЛ для устранения симптомов [41].

В другом исследовании, посвящённом этой же проблеме, авторы включили 76 глаз пациентов, которые испытывали различные жалобы после имплантации мультифокальных ИОЛ. Нечёткость зрения (с наличием или отсутствием оптических феноменов) была зарегистрирована в 72 (94,7 %) глазах, оптические феномены (с наличием или отсутствием нечёткости зрения) – в 29 (38,2 %) глазах. Оба симптома присутствовали в 25 (32,9 %) глазах. Остаточная аметропия и астигматизм, помутнение задней капсулы и большой зрачок были тремя наиболее значимыми клиническими проявлениями. Замена ИОЛ проводилась в 3 случаях (4,0 %). [40].

В Кокрановском обзоре, посвящённом мультифокальной интраокулярной коррекции, показано, что оптические феномены в 3,5 раза более вероятны с мультифокальными, чем с монофокальными ИОЛ [45]. В опубликованной ранее статье показано, что причиной нечёткости зрения являются аметропия (29 % случаев), сухость глаз (15 %), ПЗК (54 %) и невыясненная этиология (2 %). Причины развития оптических феноменов включали децентрацию ИОЛ (12 %), остаточный фрагмент хрусталика (6 %), ПЗК (66 %), синдром «сухого глаза»

(2 %) и неизвестную этиологию (2 %). В этом исследовании авторы достигли улучшения в 81 % глаз с помощью консервативного лечения [41]. В недавнем исследовании, включавшем более 9300 глаз с имплантацией мультифокальной модели ИОЛ, удовлетворённость пациентов была высокой: 93,8 % пациентов оценивали результат хирургии как отлично или хорошо, только 1,7 % пациентов были недовольны или не удовлетворены [46].

Стоит отметить, что на количество удовлетворённых пациентов влияет тип выявления жалоб. При активном выявлении жалоб пациент сам предъявляет их доктору, при пассивном выявлении о наличии жалоб у пациента можно узнать только после прохождения им специального опросника или при детальной беседе. Для получения достоверных данных об удовлетворённости пациентов после имплантации МИОЛ предпочтительно пользоваться опросником для выявления как активных, так и пассивных жалоб.

ОСЛОЖНЕНИЯ ХИРУРГИИ КАТАРАКТЫ С ИМПЛАНТАЦИЕЙ МУЛЬТИФОКАЛЬНЫХ ИОЛ

Децентрация ИОЛ

Децентрация (после неосложнённой хирургии катаракты), по данным ряда авторов, составляет $0,30 \pm 0,16$ мм (диапазон 0–1,09 мм). Смещение мультифокальной ИОЛ от центра может привести к снижению оптических качеств, ухудшая тем самым зрительный результат, включая качество и удовлетворённость. Существует три основных фактора, определяющих влияние децентрации ИОЛ на качество зрения:

- объём децентрации ИОЛ;
- дизайн мультифокальной ИОЛ;
- размер зрачка [33, 47, 48].

В недавнем исследовании четырёх различных моделей мультифокальных ИОЛ (2 дифракционных и 2 рефракционных) стабильность ИОЛ оценивали при увеличении степени децентрации в модели глаза с диаметром зрачка 3 мм. Для ReSTOR (+4) функция передачи модуляции (MTF/ФПМ) ухудшается с увеличением степени децентрации для близи, в то время как ФПМ на дальнем расстоянии имеет тенденцию к улучшению. Данный факт объясняется конкретным дизайном ИОЛ, которая имеет монофокальный дизайн в его периферической части. В других моделях ИОЛ, таких как ZM900, вся оптическая поверхность имеет дифракционную структуру, поэтому наблюдалось небольшое снижение ФПМ как на дальнем, так и на ближнем расстояниях, начиная с децентрации в 0,75 мм. Для рефракционных моделей (ReZoom) даже при децентрации 1 мм ФПМ на ближнем расстоянии не менялась. ФПМ и изображения вблизи подвергаются изменению, но клинически значимый эффект не наблюдается до децентрации в 0,75 мм при зрачке с диаметром 3 мм с ранее упомянутой моделью ИОЛ [49].

В другой работе проводили сравнение рефракционной мультифокальной ИОЛ и монофокальной ИОЛ, при учёте размера зрачка и степени децентрации. Было показано, что в мультифокальной группе зрачки меньшего диаметра коррелировали с худшей остротой зрения, в то время как децентрация значительно коррелировала с худшей остротой зрения на дальнем и среднем расстояниях, а в монофокальной группе размер зрачка и децентрация ИОЛ не влияли на конечную остроту зрения [50].

T. Eppig et al. показали, что чем более сложна оптика ИОЛ, тем она более чувствительна к децентрализации и наклону. В работе сравнивали аберрационно-корректирующие, безаберрационные и сферические ИОЛ, после децентрации результат от имплантации ИОЛ был хуже в группе аберрационно-корректирующих ИОЛ, за которой следует ИОЛ без аберраций, в то время как острота зрения со сферическими ИОЛ вообще не страдала от децентрации [51].

Следует отметить, что децентрация мультифокальной ИОЛ, которая возникает после неосложнённой хирургии катаракты, в большинстве случаев не требует эксплантации ИОЛ. Некоторые авторы рекомендуют проведение аргон лазерной иридопластики для снижения экскурсии зрачка. Параметры аргонного лазера для иридопластики составляют 0,5 с, 500 мВт и 500 мм [52].

НАКЛОН ИОЛ

Показано, что материал и биосовместимость гаптик играют роль в децентрации ИОЛ [53]. Гидрофильные ИОЛ имеют несколько преимуществ из-за своей гибкости и устойчивости к царапинам, что позволяет имплантировать ИОЛ через меньший разрез роговицы. Комбинация гидрофильного материала с мягкими контурами S-образных гаптик может способствовать децентрации ИОЛ и её наклону при сокращении капсулы. Вращательно-асимметричные рефракционные ИОЛ чувствительны к децентрации и наклону вследствие характеристик их конструкции [54, 55]. В некоторых случаях при наличии патологии связочного аппарата хрусталика использование внутрикапсульного кольца (ВКК) может снизить риск возникновения децентрации мультифокальной ИОЛ и её наклона в позднем послеоперационном периоде [56].

НЕАДЕКВАТНЫЙ РАЗМЕР ЗРАЧКА

Размер зрачка после операции – параметр, влияющий на эффективность имплантации ИОЛ. Узкий зрачок после операции ограничивает действие большинства мультифокальных линз на ближнем расстоянии, а широкий зрачок связан с увеличением частоты возникновения оптических феноменов. Острота зрения также коррелирует с размером зрачка. Более широкий зрачок ассоциирован с использованием мультифокальной оптики ИОЛ с зональными моделями и обеспечивает лучшую контрастную чувствительность с дифракционными моделями ИОЛ [57].

У пациентов, которые после операции столкнулись с низкой остротой зрения на близком расстоянии из-за узкого зрачка, возможно использование циклопентолата для расширения зрачка, при достижении улучшения пациент может продолжать использовать циклопентолат, как описано другими авторами [41], а также может быть проведена 360° аргонлазерная иридопластика (0,5 с, 500 мВт, 500 мм) для снижения экскурсии зрачка. Пациенты, которые столкнулись с расширенным зрачком после операции, предъявляют жалобы на наличие эффектов «глэр» и «гало». Для коррекции данного состояния и уменьшения мидриаза в ночное время применяют бримонидина тартрат 0,2 % [41, 58].

ОСТАТОЧНЫЕ АМЕТРОПИИ

Несмотря на успехи в хирургии катаракты, иногда отмечаются неудовлетворительные результаты коррекции

зрения в результате остаточных аномалий рефракции. В одной из работ проанализированы данные рефракции более чем 17 000 глаз после операции по удалению катаракты, при этом показано, что эметропия была достигнута только в 55 % случаев из 100 % рассчитанных на эметропию [59].

Послеоперационные аномалии рефракции ассоциированы с различными факторами, такими как неточности биометрических показателей, неадекватный выбор оптической силы ИОЛ, ограничения формул расчёта, особенно при экстремальной аметропии, или неправильное позиционирование ИОЛ в капсульном мешке [60, 61].

Предыдущие исследования показали хорошую эффективность, предсказуемость и безопасность технологий *in situ* кератомилеза (LASIK) и фоторефракционной кератэктомии (ФРК) после проведения хирургии фактоэмульсификации катаракты для коррекции остаточных аномалий рефракции. На сегодняшний день наиболее широко используемыми процедурами для коррекции остаточной аметропии после операции по удалению катаракты являются: LASIK, замена ИОЛ и имплантация линзы типа *riggy-back* [62]. У пациентов после ФРК после имплантации рефракционных мультифокальных ИОЛ происходит улучшение зрения вдаль с ограниченным воздействием на оптические феномены [63].

В другом исследовании оценили эффективность, предсказуемость и безопасность LASIK для устранения остаточных рефракционных ошибок после операции по удалению катаракты, сравнивая результаты пациентов, которым была проведена имплантация мультифокальных и монофокальных ИОЛ. Показано, что улучшение после LASIK при имплантации монофокальной ИОЛ характеризуется более точным результатом рефракции, чем после имплантации мультифокальной ИОЛ. Предсказуемость коррекции путём LASIK ограничена у гиперметропов, которым была имплантирована мультифокальная модель ИОЛ [64]. Следует отметить, что оценка остаточной аметропии должна оцениваться должным образом, что подразумевает построение и оценку кривой дефокуса, иначе может возникнуть серьёзная ошибка из-за преломления исключительно ближних или дальних фокусов мультифокальной ИОЛ.

ПОМУТНЕНИЕ ЗАДНЕЙ КАПСУЛЫ (ПЗК)

Наиболее распространённым осложнением в позднем послеоперационном периоде после имплантации ИОЛ является ПЗК [65]. O. Findl et al. сообщают о следующих факторах, влияющих на частоту возникновения ПЗК: значительно более высокие показатели ПЗК выявлены после имплантации гидрогелевых ИОЛ, чем после имплантации ИОЛ из других материалов; значительно ниже показатель ПЗК у ИОЛ с острыми краями задней оптики, чем у ИОЛ с округлыми краями; нет различия между односоставными и трёхчастными ИОЛ; более низкие показатели ПЗК у ИОЛ, имплантированных в капсульный мешок, чем в цилиарную борозду, а также показатель ПЗК ниже в глазах с небольшим капсулорексисом, чем с большим [66].

В исследовании, сравнивающем частоту задних капсулотомий у пациентов, которым имплантировали мультифокальную или монофокальную ИОЛ аналогичного дизайна, было показано, что использование мультифокальных ИОЛ в клинической практике может привести

к более частым Nd:YAG-лазерным капсулотомиям. После наблюдения, которое в среднем составило 22 месяца после фактоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ разных видов было показано, что 15,49 % глаз в группе с мультифокальной коррекцией подверглись задним капсулотомиям, по сравнению с 5,82 % глаз в монофокальной группе [67]. Предположительно, это связано тем фактом, что уплотнение задней капсулы, которое при монофокальной ИОЛ не беспокоит пациента, может значительно снизить качество зрения при мультифокальной коррекции в силу сложного строения оптики.

Основными жалобами у пациентов с мультифокальными ИОЛ и ПЗК являются затуманенное зрение и увеличение частоты возникновения оптических феноменов [41].

Другие авторы изучали частоту выполнения капсулотомии после имплантации различных моделей мультифокальных ИОЛ, чтобы выяснить, существует ли связь между скоростью возникновения ПЗК и материалом или дизайном ИОЛ. Авторы сравнивали гидрофобную линзу (AcrySofReSTOR) с гидрофильной ИОЛ (Acri.LISA) и обнаружили, что через 24 месяца после операции частота капсулотомии составляла 8,8 % в группе с гидрофобной линзой против 37,2 % в группе с гидрофильной линзой ($p < 0,0001$). Глаза в гидрофильной группе характеризовались в 4,50 раза более высоким риском для Nd:YAG-лазерной капсулотомии ($p < 0,0001$) [68].

Самым распространённым методом лечения ПЗК является Nd:YAG-лазерная капсулотомия. Профилактику возникновения ПЗК проводят также путём выполнения первичного заднего капсулорексиса во время ФЭК с имплантацией ИОЛ. Особенно это актуально при имплантации ИОЛ со сложной оптикой (мультифокальные, торические, мультифокальные-торические). К.В. Пензева и Ю.В. Тахтаев предложили способ выполнения первичного заднего капсулорексиса при помощи вискоэластика Provisc с использованием авторской методики определения диаметра ПЗК [69]. Собственный метод выполнения первичного заднего капсулорексиса был описан К.Б. Першиным с соавт. и включает имплантацию ИОЛ, введение под неё низкомолекулярного вискоэластика, а над ИОЛ – высокомолекулярного вискоэластика, что обеспечивает безопасность при манипуляциях с задней капсулой хрусталика. Далее делают отверстие с помощью загнутой инсулиновой иглы и выполняют первичный задний капсулорексис капсульным пинцетом. Результаты полученной после операции остроты зрения свидетельствуют о том, что данная методика является эффективной мерой профилактики ПЗК при имплантации мультифокальных ИОЛ (Патент № 2682481) [70].

ОПТИЧЕСКИЕ ФЕНОМЕНЫ И КОНТРАСТНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ

Оптические феномены определены как один из наиболее важных недостатков после имплантации мультифокальной ИОЛ. Пациенты с мультифокальной ИОЛ чаще жалуются на наличие «галло» и «глэр», чем пациенты с монофокальной ИОЛ. Замечено, что частота возникновения оптических феноменов выше при имплантации рефракционных мультифокальных, чем дифракционных ИОЛ. Оптические феномены являются одной из наиболее частых причин неудовлетворённости пациентов после имплантации мультифокальной ИОЛ [40, 41]

Мультифокальные ИОЛ вызывают более выраженное снижение контрастной чувствительности, в сравнении с монофокальными ИОЛ, особенно в мезопических условиях [71]. Современные дифракционные мультифокальные ИОЛ превосходят рефракционные мультифокальные ИОЛ при оценке контрастной чувствительности [36].

Профилактика возникновения оптических феноменов начинается до операции с беседы с пациентом. Кандидата на имплантацию МИОЛ следует информировать о том, что после операции он заметит наличие бликов и ореол, хотя в большинстве случаев оптические феномены будут умеренными, и пациент привыкнет к этому со временем (процесс нейроадаптации). Однако, как правило, не рекомендуется имплантировать мультифокальные ИОЛ профессиональным водителям и водителям, которые работают в ночное время, тем более, если у пациента большой размер зрачка в ночное время суток, который будет способствовать восприятию «гало» и «глэр».

СИНДРОМ «СУХОГО ГЛАЗА» (ССГ)

Синдром «сухого глаза» – это многофакторное заболевание слёзной плёнки и глазной поверхности, которое приводит к дискомфорту, нарушениям зрения и нестабильности слёзной плёнки. Сочетание ССГ и катаракты распространено среди пожилых людей. Кроме того, хирургия катаракты может вызывать транзиторную сухость глаз или усугубить ранее существовавшее заболевание. Разрезы, создаваемые во время операции, могут повредить нейроархитектуру роговицы, снизить чувствительность роговицы и вызвать ССГ [72]. В литературе имеются данные о том, что увеличение частоты возникновения ССГ повышается у пациентов после операции по удалению катаракты [73], а также у пациентов с ранее выявленным ССГ уменьшается время разрыва слёзной плёнки и слезопродукция после выполнения фактоэмульсификации катаракты [74].

Общие принципы лечения ССГ включают улучшение гигиены век и закапывание препаратов искусственной слезы, при более тяжёлой патологии используют цикло-спорин. [72]. Альтернативой или дополнением к лечению могут выступать пробки, obtурирующие слёзную точку, особенно у пациентов с дефицитом слёзной жидкости и отсутствием ассоциированного воспаления. Также существуют данные о положительном опыте использования капель богатой тромбоцитами плазмы у пациентов с тяжёлым ССГ [75].

ЭКСПЛАНТАЦИЯ И ЗАМЕНА МУЛЬТИФОКАЛЬНЫХ ИОЛ

Замена ИОЛ – один из способов интраокулярной коррекции аметропий после фактоэмульсификации катаракты [76]. Эксплантация и замена мультифокальной ИОЛ относятся к наиболее радикальным методам коррекции неудовлетворённости пациента от проведённого хирургического вмешательства. Частота замены мультифокальных ИОЛ среди пациентов, неудовлетворённых хирургическим лечением, составляет от 0,85 % до 7 % [40, 41].

В исследовании, в котором анализировались основные причины эксплантации псевдофакичных ИОЛ, отказ от нейроадаптации у пациентов с имплантированными мультифокальными линзами был четвёртой основной причиной эксплантации после дислокации ИОЛ, рефракционных ошибок и помутнения ИОЛ [77]. Особенности

эксплантации МИОЛ при неудовлетворённости пациента оптическими феноменами следующие: решение об эксплантации из-за проблем с нейроадаптацией принимается обычно через 6 месяцев после операции по удалению катаракты. При выполнении эксплантации ИОЛ по другим причинам, таким как дислокация или помутнение ИОЛ, операция связана с более высоким риском осложнений из-за повреждения внутриглазных структур и наличия фиброзной ткани, особенно если эксплантация ИОЛ выполняется спустя длительное время после первоначальной операции по удалению катаракты [78].

В литературе доступны всего две работы, посвящённые обоснованию необходимости выполнения эксплантации МИОЛ и её зависимости от степени удовлетворённости пациента. В первой публикации А. Galor et al. ретроспективно изучали результаты после эксплантации рефракционной ИОЛ на 12 глазах у 10 пациентов. Основными симптомами перед операцией были нечёткое зрение, блики/ореолы и потеря контрастной чувствительности. Авторы заявили об ухудшении симптомов, которые привели к эксплантационной хирургии у большинства пациентов (8 из 10). В 2 случаях (2 глаза) были зарегистрированы такие осложнения, как декомпенсация роговицы, дислокация ИОЛ, которая впоследствии потребовала выполнения склеральной фиксации, повышение ВГД в ответ на инстилляции стероидных капель, кистозный отёк макулы [79].

К. Kamiya et al. провели ретроспективное исследование, которое включало 50 глаз, требующих эксплантации мультифокальной ИОЛ, 84 % из которых были дифракционными и 16 % – рефракционными. Авторами выполнена замена на монофокальные ИОЛ в 90 % случаев. Наиболее распространёнными жалобами перед хирургией по удалению МИОЛ были затуманенное (восковое) зрение (58 %), блики и ореолы (30 %), нечёткое зрение (24 %), дисфотопсия (20 %), нечёткое зрение вблизи (18 %) и на среднем расстоянии (6 %) [80]. Основными объективными причинами эксплантации были снижение контрастной чувствительности (36 %), оптические феномены (34 %), отказ от нейроадаптации (32 %) и неверно рассчитанная оптическая сила ИОЛ (20 %). После операции по замене МИОЛ удовлетворённость пациентов значительно увеличилась, отмечено улучшение НКОЗд, МКОЗд и контрастной чувствительности. Новую ИОЛ помещали в капсульный мешок в 38 (76 %) – глазах, в сулькус – в 11 (22 %) глазах и в сулькус со склеральной фиксацией в 1 (2 %) – случае [80].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, имплантация МИОЛ на сегодняшний день является хорошим вариантом коррекции пресбиопии, обеспечивающим независимость от очковой коррекции в большинстве случаев, особенно с МИОЛ с более современным дизайном оптики. Согласно последним сообщениям, удовлетворённость пациентов современными моделями высока, а зрительные и рефракционные результаты удовлетворяют как пациентов, так и хирургов. В большинстве случаев возникновения осложнений, связанных с имплантацией МИОЛ, их можно избежать, используя адекватные предоперационные критерии отбора пациентов. При возникновении осложнений необходимо учитывать разнообразные варианты их лечения. Учитывая вышеизложенные факты, современные мультифокальные ИОЛ являются ведущим вариантом хирургического

лечения пресбиопии и достижения псевдоаккомодации, данный факт следует рассматривать как значимое достижение в развитии индустрии ИОЛ в интересах пациентов с катарактой и рефракционной заменой хрусталика.

Конфликт интересов

Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Конфликт интересов отсутствует.

ЛИТЕРАТУРА

1. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю. Хирургические методы коррекции пресбиопии. *Катарактальная и рефракционная хирургия*. 2016; 16(2): 4-14.
2. Alió JL, Grzybowski A, El Aswad A, Romaniuk D. Refractive lens exchange. *Surv Ophthalmol*. 2014; 59(6): 579-598. doi: 10.1016/j.survophthal.2014.04.004
3. Rosen E, Alió JL, Dick HB, Dell S, Slade S. Efficacy and safety of multifocal intraocular lenses following cataract and refractive lens exchange: Metaanalysis of peer-reviewed publications. *J Cataract Refract Surg*. 2016; 42(2): 310-328. doi: 10.1016/j.jcrs.2016.01.014
4. Sachdev GS, Sachdev M. Optimizing outcomes with multifocal intraocular lenses. *Indian J Ophthalmol*. 2017; 65(12): 1294-1300. doi: 10.4103/ijoo.IJO_1072_17
5. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю., Мийович О.П. Сравнительный анализ результатов имплантации би- и трифокальных ИОЛ для коррекции пресбиопии. *Катарактальная и рефракционная хирургия*. 2016; 16(2): 23-29.
6. Беликова Е.И., Борзых В.А. Результаты имплантации трифокальных интраокулярных линз у пациентов с катарактой и пресбиопией. *Офтальмология*. 2018; 15(3): 248-255. doi: 10.18008/1816-5095-2018-3-248-255
7. Zheleznyak L, Kim MJ, MacRae S, Yoon G. Impact of corneal aberrations on through-focus image quality of presbyopia-correcting intraocular lenses using an adaptive optics bench system. *J Cataract Refract Surg*. 2012; 38(10): 1724-1733. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2012.05.032>
8. Wang L, Dai E, Koch DD, Nathoo A. Optical aberrations of the human anterior cornea. *J Cataract Refract Surg*. 2003; 29(8): 1514-1521. doi: 10.1016/s0886-3350(03)00467-x
9. Liao X, Lin J, Tian J, Wen B, Tan Q, Lan C. Evaluation of optical quality: ocular scattering and aberrations in eyes implanted with diffractive multifocal or monofocal intraocular lenses. *Curr Eye Res*. 2018; 43(6): 696-701. doi: 10.1080/02713683.2018.1449220
10. Alfonso JF, Fernandez-Vega L, Valcarcel B, Montes-Mico R. Visual performance after AcrySof ReSTOR Aspheric Intraocular Lens Implantation. *J Optom*. 2010; 1(1): 30-33. doi: 10.3921/joptom.2008.30
11. Kretz FT, Gerl M, Gerl R, Müller M, Auffarth GU; ZKB00 Study Group. Clinical evaluation of a new pupil independent diffractive multifocal intraocular lens with a +2.75 D near addition: a European multicentre study. *Br J Ophthalmol*. 2015; 99(12): 1655-1659. doi: 10.1136/bjophthalmol-2015-306811
12. Maurino V, Allan BD, Rubin GS, Bunce C, Xing W, Findl O. Quality of vision after bilateral multifocal intraocular lens implantation: a randomized trial of AT LISA 809M versus AcrySof ReSTOR SN6AD1. *Ophthalmology*. 2015; 122(4): 700-710. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.10.002
13. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю., Мийович О.П., Лих И.А., Гурмизов Е.П. Бинокулярная имплантация новой трифокальной дифракционной интраокулярной линзы для коррекции пресбиопии. *Российский медицинский журнал*. 2018; 24(5): 228-232. doi: 10.18821/0869-2106-2018-24-5-228-232
14. Cochener B. Prospective clinical comparison of patient outcomes following implantation of trifocal or bifocal intraocular lenses. *J Refract Surg*. 2016; 32(3): 146-151. doi: 10.3928/1081597X-20160114-01
15. Carson D, Xu Z, Alexander E, Choi M, Zhao Z, Hong X. Optical bench performance of 3 trifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg*. 2016; 42(9): 1361-1367. doi: 10.1016/j.jcrs.2016.06.036

16. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Коновалова М.М., Цыганков А.Ю., Коновалов М.Е., Темиров Н.Э. Анализ краткосрочных результатов имплантации новой моноблочной асферической дифракционной трифокальной интраокулярной линзы. *Офтальмология*. 2019; 16(1): 19-25. doi: 10.18008/1816-5095-2019-1-19-25
17. Toygar B, Yabas Kiziloglu O, Toygar O, Hacimustafaoglu AM. Clinical outcomes of a new diffractive multifocal intraocular lens. *Int J Ophthalmol* 2017; 10(12): 1844-1850. doi: 10.18240/ijo.2017.12.09
18. Alió JL, Vega-Estrada A, Plaza-Puche AB. Clinical outcomes with a new microincisional diffractive multifocal IOL. *Eye Vis (Lond)*. 2015; 2: 2. doi: 10.1186/s40662-015-0012-8
19. Gatinel D, Loicq J. Clinically relevant optical properties of bifocal, trifocal, and extended depth of focus intraocular lenses. *J Refract Surg*. 2016; 32(4): 273-280. doi: 10.3928/1081597X-20160121-07
20. Темиров Н.Н., Темиров Н.Э. Зрительные функции и клиническая рефракция пациентов после имплантации различных типов мультифокальных интраокулярных линз. *Офтальмология*. 2015; 12(2): 37-42. doi: 10.18008/1816-5095-2015-2-37-42
21. Muñoz G, Albarrán-Diego C, Cerviño A, Ferrer-Blasco T, García-Lázaro S. Visual and optical performance with the ReZoom multifocal intraocular lens. *Eur J Ophthalmol*. 2012; 22(3): 356-362. doi: 10.5301/ejo.5000030
22. Cezón Prieto J, Bautista MJ. Visual outcomes after implantation of a refractive multifocal intraocular lens with a +3.00 D addition. *J Cataract Refract Surg*. 2010; 36(9): 1508-1516. doi: 10.1016/j.jcrs.2010.03.048
23. De Wit DW, Diaz JM, Moore TC, Moore JE. Refractive lens exchange for a multifocal intraocular lens with a surface-embedded near section in mild to moderate anisometropic amblyopic patients. *J Cataract Refract Surg*. 2012; 38(10): 1796-1801. doi: 10.1016/j.jcrs.2012.06.046
24. Pedrotti E, Mastropasqua R, Passilongo M, Parisi G, Marchesoni I, Marchini G. Comparison of two multifocal intraocular lens designs that differ only in near add. *J Refract Surg*. 2014; 30(11): 754-760. doi: 10.3928/1081597X-20141021-07
25. Petermeier K, Gekeler F, Spitzer MS, Szurman P. Implantation of the multifocal ReSTOR apodised diffractive intraocular lens in adult anisometropic patients with mild to moderate amblyopia. *Br J Ophthalmol*. 2009; 93: 1296-1301. doi: 10.1136/bjo.2007.131839
26. Rychwalski PJ. Multifocal IOL implantation in children: is the future clear? *J Cataract Refract Surg*. 2010; 36(12): 2019-2021. doi: 10.1016/j.jcrs.2010.10.009
27. Mesci C, Erbil HH, Olgun A, Aydin N, Candemir B, Akcakaya AA. Differences in contrast sensitivity between monofocal, multifocal and accommodating intraocular lenses: long-term results. *Clin Exp Ophthalmol*. 2010; 38(8): 768-777. doi: 10.1111/j.1442-9071.2010.02357.x
28. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю., Соловьева Г.М., Мийович О.П. Клинико-функциональные результаты имплантации бифокальных интраокулярных линз в ходе комбинированной хирургии катаракты и глаукомы. *Вестник офтальмологии*. 2018; 134(6): 46-52. doi: 10.17116/oftalma201813406146.
29. Kamath GG, Prasad S, Danson A, Phillips RP. Visual outcome with the array multifocal intraocular lens in patients with concurrent eye disease. *J Cataract Refract Surg*. 2000; 26(4): 576-581. doi: 10.1016/s0886-3350(99)00457-5
30. Gayton JL, Mackool RJ, Ernest PH, Seabolt RA, Dumont S. Implantation of multifocal intraocular lenses using a magnification strategy in cataractous eyes with age-related macular degeneration. *J Cataract Refract Surg*. 2012; 38(3): 415-418. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2011.12.022>
31. Creuzot C, Passetard M, Viau S, Joffre C, Pouliquen P, Elena PP, et al. Improvement of dry eye symptoms with polyunsaturated fatty acids. *J Fr Ophthalmol*. 2006; 29(8): 868-873. doi: 10.1016/j.jfo.2006.29.8-0181-5512-101019-200606358
32. Oshika T, Sugita G, Miyata K, Tokunaga T, Samejima T, Okamoto C, et al. Influence of tilt and decentration of scleral-sutured

intraocular lens on ocular higher-order wavefront aberration. *Br J Ophthalmol*. 2007;91:185-188. doi: 10.1136/bjo.2006.099945

33. Mutlu FM, Erdurman C, Sobaci G, Bayraktar MZ. Comparison of tilt and decentration of 1-piece and 3-piece hydrophobic acrylic intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg*. 2005; 31(2): 343-347. doi: 10.1016/j.jcrs.2004.06.022

34. Cristobal JA, Remon L, del Buey MA, Montes-Mico R. Multifocal intraocular lenses for unilateral cataract in children. *J Cataract Refract Surg*. 2010; 36(12): 2035-2040. doi: 10.1016/j.jcrs.2010.08.015

35. Cionni RJ, Osher RH, Snyder ME, Nordlund ML. Visual outcome comparison of unilateral versus bilateral implantation of apodized diffractive multifocal intraocular lenses after cataract extraction: prospective 6-month study. *J Cataract Refract Surg*. 2009; 35(6): 1033-1039. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.02.018

36. Mesci C, Erbil H, Ozdoker L, Karakurt Y, Bilge AD. Visual acuity and contrast sensitivity function after accommodative and multifocal intraocular lens implantation. *Eur J Ophthalmol*. 2010; 20(1): 90-100. doi: 10.1177/112067211002000112

37. Javitt JC, Steinert RF. Cataract extraction with multifocal intraocular lens implantation: a multinational clinical trial evaluating clinical, functional, and quality-of-life outcomes. *Ophthalmology*. 2000; 107(11): 2040-2048. doi: 10.1016/S0161-6420(00)00368-7

38. Blake R, Tadin D, Sobel KV, Raissian TA, Chong SC. Strength of early visual adaptation depends on visual awareness. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2006; 103(12): 4783-4788. doi: 10.1073/pnas.0509634103

39. Kaymak H, Fahle M, Ott G, Mester U. Intraindividual comparison of the effect of training on visual performance with ReSTOR and Tecnis diffractive multifocal IOLs. *J Refract Surg*. 2008; 24(3): 287-293. doi: 10.3928/1081597X-20080301-11

40. DeVries NE, Webers CA, Touwslager WR, Bauer NJ, de Brabander J, Berendschot TT, et al. Dissatisfaction after implantation of multifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg*. 2011; 37(5): 859-865. doi: 10.1016/j.jcrs.2010.11.032

41. Woodward MA, Randleman JB, Stulting RD. Dissatisfaction after multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg*. 2009; 35(6): 992-997. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.01.031

42. Cillino G, Casuccio A, Pasti M, Bono V, Mencucci R, Cillino S. Working-age cataract patients: visual results, reading performance, and quality of life with three diffractive multifocal intraocular lenses. *Ophthalmology*. 2014; 121(1): 34-44. doi: 10.1016/j.ophtha.2013.06.034

43. Alio JL, Plaza-Puche AB, Pinero DP, Amparo F, Jiménez R, Rodríguez-Prats JL, et al. Optical analysis, reading performance, and quality-of-life evaluation after implantation of a diffractive multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg*. 2011; 37(1): 27-37. doi: 10.1016/j.jcrs.2010.07.035

44. Mester U, Vaterrodt T, Goes F, Huetz W, Neuhan I, Schmickler S, et al. Impact of personality characteristics on patient satisfaction after multifocal intraocular lens implantation: results from the "happy patient study". *J Refract Surg*. 2014; 30(10): 674-678. doi: 10.3928/1081597X-20140903-05

45. Leyland MD, Langan L, Goolfee F, Lee N, Bloom PA. Prospective randomised double-masked trial of bilateral multifocal, bifocal or monofocal intraocular lenses. *Eye (Lond)*. 2002; 16: 481-490. doi: 10.1038/sj.eye.6700077

46. Venter JA, Pelouskova M, Collins BM, Schallhorn SC, Hanan SJ. Visual outcomes and patient satisfaction in 9366 eyes using a refractive segmented multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg*. 2013; 39(10): 1477-1484. doi: 10.1016/j.jcrs.2013.03.035

47. Kim JS, Jung JW, Lee JM, Seo KY, Kim EK, Kim TI. Clinical outcomes following implantation of diffractive multifocal intraocular lenses with varying add powers. *Am J Ophthalmol*. 2015; 160(4): 702-709. doi: 10.1016/j.ajo.2015.07.021

48. Munoz G, Albarran-Diego C, Cervino A, Ferrer-Blasco T, Garcia-Lazaro S. Visual and optical performance with the ReZoom multifocal intraocular lens. *Eur J Ophthalmol*. 2012; 22(3): 356-362. doi: 10.5301/ejo.5000030

49. Soda M, Yaguchi S. Effect of decentration on the optical performance in multifocal intraocular lenses. *Ophthalmologica*. 2012; 227: 197-204. doi: 10.1159/000333820

50. Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F. Correlation between pupillary size and intraocular lens decentration and visual acuity of a zonal-progressive multifocal lens and a monofocal lens. *Ophthalmology*. 2001; 108(11): 2011-2017. doi: 10.1016/s0161-6420(01)00756-4

51. Eppig T, Scholz K, Loffler A, Messner A, Langenbucher A. Effect of decentration and tilt on the image quality of aspheric intraocular lens designs in a model eye. *J Cataract Refract Surg*. 2009; 35(6): 1091-1100. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.01.034

52. Schmickler S, Bautista CP, Goes F, Shah S, Wolffsohn JS. Clinical evaluation of a multifocal aspheric diffractive intraocular lens. *Br J Ophthalmol*. 2013; 97: 1560-1564. doi: 10.1136/bjophthalmol-2013-304010

53. Crnej A, Hirnschall N, Nishi Y, Gangwani V, Taberero J, Artal P, et al. Impact of intraocular lens haptic design and orientation on decentration and tilt. *J Cataract Refract Surg*. 2011; 37(10): 1768-1774. doi: 10.1016/j.jcrs.2011.04.028

54. Alio JL, Plaza-Puche AB, Javaloy J, Ayala MJ, Vega-Estrada A. Clinical and optical intraocular performance of rotationally asymmetric multifocal IOL plate-haptic design versus C-loop haptic design. *J Refract Surg*. 2013; 29(4): 252-259. doi: 10.3928/1081597X-20130318-04

55. Van der Linden JW, van der Meulen IJ, Mourits MP, Lapid-Gortzak R. In-the-bag decentration of a hydrophilic radially asymmetric multifocal intraocular lens secondary to capsule contraction. *J Cataract Refract Surg*. 2013; 39(4): 642-644. doi: 10.1016/j.jcrs.2013.01.027

56. Alio JL, Plaza-Puche AB, Pinero DP. Rotationally asymmetric multifocal IOL implantation with and without capsular tension ring: refractive and visual outcomes and intraocular optical performance. *J Refract Surg*. 2012; 28(4): 253-258. doi: 10.3928/1081597X-20120314-01

57. Montes-Mico R, Espana E, Bueno I, Charman WN, Menezo JL. Visual performance with multifocal intraocular lenses: mesopic contrast sensitivity under distance and near conditions. *Ophthalmology*. 2004; 111(1): 85-96. doi: 10.1016/S0161-6420(03)00862-5

58. Choi J, Schwiegerling J. Optical performance measurement and night driving simulation of ReSTOR, ReZoom, and Tecnis multifocal intraocular lenses in a model eye. *J Refract Surg*. 2008; 24(3): 218-222. doi: 10.3928/1081597X-20080301-02

59. Behndig A, Montan P, Stenevi U, Kugelberg M, Zetterstrom C, Lundstrom M. Aiming for emmetropia after cataract surgery: Swedish National Cataract Register study. *J Cataract Refract Surg*. 2012; 38(7): 1181-1186. doi: 10.1016/j.jcrs.2012.02.035

60. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю., Легких С.Л. Фактоэммульсификация с имплантацией ИОЛ при экстремально высокой миопии. *Катарактальная и рефракционная хирургия*. 2015; 15(3): 14-21.

61. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю., Легких С.Л., Лих И.А. Биометрия при расчете оптической силы ИОЛ как фактор успешной хирургии катаракты. *Катарактальная и рефракционная хирургия*. 2016; 16(2): 15-22.

62. Fernandez-Buenaga R, Alio JL, Perez Ardoy AL, Quesada AL, Pinilla-Cortes L, Barraquer RI. Resolving refractive error after cataract surgery: IOL exchange, piggyback lens, or LASIK. *J Refract Surg*. 2013; 29(10): 676-683. doi: 10.3928/1081597X-20130826-01

63. Alfonso JF, Fernandez-Vega L, Montes-Mico R, Valcarcel B. Femtosecond laser for residual refractive error correction after refractive lens exchange with multifocal intraocular lens implantation. *Am J Ophthalmol*. 2008; 146(2): 244-250. doi: 10.1016/j.ajo.2008.03.022

64. Pinero DP, Espinosa MJ, Alio JL. LASIK outcomes following multifocal and monofocal intraocular lens implantation. *J Refract Surg*. 2010; 26(8): 569-577. doi: 10.3928/1081597X-20091030-02

65. Awasthi N, Guo S, Wagner BJ. Posterior capsular opacification: a problem reduced but not yet eradicated. *Arch Ophthalmol*. 2009; 127(4): 555-562. doi:10.1001/archophthalmol.2009.3

66. Findl O, Buehl W, Bauer P, Sycha T. Interventions for preventing posterior capsule opacification. *Cochrane Database Syst Rev* 2010; (2): CD003738. doi: 10.1002/14651858.CD003738.pub3

67. Shah VC, Russo C, Cannon R, Davidson R, Taravella MJ. Incidence of Nd:YAG capsulotomy after implantation of AcrySof multifocal and monofocal intraocular lenses: A case controlled study. *J Refract Surg.* 2010; 26(8): 565-568. doi: 10.3928/1081597X-20100303-01
68. Gil MA, Varon C, Rosello N, Cardona G, Buil JA. Visual acuity, contrast sensitivity, subjective quality of vision, and quality of life with 4 different multifocal IOLs. *Eur J Ophthalmol.* 2012; 22(2): 175-187. doi: 10.5301/EJO.2011.8371
69. Пензева К.В., Тахтаев Ю.В. Клинико-функциональные результаты выполнения первичного заднего капсулорексиса. *Практическая медицина.* 2012; 4-1(59): 288-290.
70. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Коновалова М.М., Цыганков А.Ю., Коновалов М.Е. Опыт проведения первичного заднего капсулорексиса при имплантации бифокальных ИОЛ. *Практическая медицина.* 2018; 16(4): 122-124. doi: 1032000/2072-1757-2018-16-4-122-124
71. Alfonso JF, Puchades C, Fernandez-Vega L, Merayo C, Montes-Mico R. Contrast sensitivity comparison between AcrySofReSTOR and Acri.LISA aspheric intraocular lenses. *J Refract Surg.* 2010; 26(7): 471-477. doi: 10.3928/1081597X-20090728-04
72. Donnenfeld ED, Solomon R, Roberts CW, Wittpenn JR, McDonald MB, Perry HD. Cyclosporine 0.05% to improve visual outcomes after multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg.* 2010; 36(7): 1095-1100. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.12.049
73. Li XM, Hu L, Hu J, Wang W. Investigation of dry eye disease and analysis of the pathogenic factors in patients after cataract surgery. *Cornea.* 2007; 26: 16-20. doi: 10.1097/ICO.0b013e31812f67ca
74. Ram J, Gupta A, Brar G, Kaushik S, Gupta A. Outcomes of phacoemulsification in patients with dry eye. *J Cataract Refract Surg.* 2002; 28(8): 1386-1389. [https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(02\)01387-1](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(02)01387-1)
75. Alio JL, Arnalich-Montiel F, Rodriguez AE. The role of "eye platelet rich plasma" (E-PRP) for wound healing in ophthalmology. *Curr Pharm Biotechnol.* 2012; 13(7): 1257-1265. doi: 10.2174/138920112800624355
76. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю., Гурмизов Е.П., Баталина Л.В. Коррекция остаточной аметропии после факэмульсификации катаракты. Часть 2. Интраокулярные подходы. *Офтальмология.* 2017; 14(2): 106-112. doi: 10.18008/1816-5095-2017-2-106-112
77. Fernandez-Buenaga R, Alio JL, Munoz-Negrete FJ, Barraquer-Compte RI, Alio-Del Barrio JL. Causes of IOL explantation in Spain. *Eur J Ophthalmol.* 2012; 22(5): 762-768. doi: 10.5301/ejo.5000168
78. Fernandez-Buenaga R, Alio JL, Pinilla-Cortes L, Barraquer RI. Perioperative complications and clinical outcomes of intraocular lens exchange in patients with opacified lenses. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2013; 251(9): 2141-2146. doi: 10.1007/s00417-013-2411-7
79. Galor A, Gonzalez M, Goldman D, O'Brien TP. Intraocular lens exchange surgery in dissatisfied patients with refractive intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2009; 35(10): 1706-1710. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.05.022
80. Kamiya K, Hayashi K, Shimizu K, Negishi K, Sato M, Bissen-Miyajima H. Multifocal intraocular lens explantation: a case series of 50 eyes. *Am J Ophthalmol.* 2014; 158(2): 215-220. doi: 10.1016/j.ajo.2014.04.010
4. Sachdev GS, Sachdev M. Optimizing outcomes with multifocal intraocular lenses. *Indian J Ophthalmol.* 2017; 65(12): 1294-1300. doi: 10.4103/ijo.IJO_1072_17
5. Pershin KB, Pashinova NF, Tsygankov AYU, Miyovich OP. The outcomes of the implantation of bifocal and trifocal IOLs for presbyopia. *Kataraktalnaya i refrakcionnaya khirurgiya.* 2016; 16(2): 23-29. (In Russ.).
6. Belikova EI, Borzykh VA. Results of trifocal intraocular lenses implantation in patients with cataract and presbyopia. *Ophthalmology in Russia.* 2018; 15(3): 248-255. doi: 10.18008/1816-5095-2018-3-248-255. (In Russ.)
7. Zheleznyak L, Kim MJ, MacRae S, Yoon G. Impact of corneal aberrations on through-focus image quality of presbyopia-correcting intraocular lenses using an adaptive optics bench system. *J Cataract Refract Surg.* 2012; 38(10): 1724-1733. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2012.05.032>
8. Wang L, Dai E, Koch DD, Nathoo A. Optical aberrations of the human anterior cornea. *J Cataract Refract Surg.* 2003; 29(8): 1514-1521. doi: 10.1016/s0886-3350(03)00467-x
9. Liao X, Lin J, Tian J, Wen B, Tan Q, Lan C. Evaluation of optical quality: ocular scattering and aberrations in eyes implanted with diffractive multifocal or monofocal intraocular lenses. *Curr Eye Res.* 2018; 43(6): 696-701. doi: 10.1080/02713683.2018.1449220
10. Alfonso JF, Fernandez-Vega L, Valcarcel B, Montes-Mico R. Visual performance after AcrySof ReSTOR Aspheric Intraocular Lens Implantation. *J Optom.* 2010; 1(1): 30-33. doi: 10.3921/joptom.2008.30
11. Kretz FT, Gerl M, Gerl R, Müller M, Auffarth GU; ZKB00 Study Group. Clinical evaluation of a new pupil independent diffractive multifocal intraocular lens with a +2.75 D near addition: a European multicentre study. *Br J Ophthalmol.* 2015; 99(12): 1655-1659. doi: 10.1136/bjophthalmol-2015-306811
12. Maurino V, Allan BD, Rubin GS, Bunce C, Xing W, Findl O. Quality of vision after bilateral multifocal intraocular lens implantation: a randomized trialeAT LISA 809M versus AcrySofReSTOR SN6AD1. *Ophthalmology.* 2015; 122(4): 700-710. doi: 10.1016/j.optha.2014.10.002
13. Pershin KB, Pashinova NF, Tsygankov AYU, Miyovich OP, Likh IA, Gurmizov EP. Binocular implantation of new diffractive trifocal intraocular lens for presbyopia correction. *Medical Journal of the Russian Federation.* 2018; 24(5): 228-232. doi: 10.18821/0869-2106-2018-24-5-228-232. (In Russ.)
14. Cochener B. Prospective clinical comparison of patient outcomes following implantation of trifocal or bifocal intraocular lenses. *J Refract Surg.* 2016; 32(3): 146-151. doi: 10.3928/1081597X-20160114-01
15. Carson D, Xu Z, Alexander E, Choi M, Zhao Z, Hong X. Optical bench performance of 3 trifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2016; 42(9): 1361-1367. doi: 10.1016/j.jcrs.2016.06.036
16. Pershin KB, Pashinova NF, Konovalova MM, Tsygankov AYU, Konovalov ME, Temirov NE. Short term analysis of new single-piece aspheric diffractive trifocal intraocular lens implantation. *Ophthalmology in Russia.* 2019; 16(1): 19-25. doi: 10.18008/1816-5095-2019-1-19-25. (In Russ.)
17. Toygar B, Yabas Kiziloglu O, Toygar O, Hacimustafaoglu AM. Clinical outcomes of a new diffractive multifocal intraocular lens. *Int J Ophthalmol* 2017; 10(12): 1844-1850. doi: 10.18240/ijo.2017.12.09
18. Alió JL, Vega-Estrada A, Plaza-Puche AB. Clinical outcomes with a new microincisional diffractive multifocal IOL. *Eye Vis (Lond).* 2015; 2: 2. doi: 10.1186/s40662-015-0012-8
19. Gatinel D, Loicq J. Clinically relevant optical properties of bifocal, trifocal, and extended depth of focus intraocular lenses. *J Refract Surg.* 2016; 32(4): 273-280. doi: 10.3928/1081597X-20160121-07
20. Temirov NN, Temirov NE. Visual acuity and clinical refraction following implantation of various multifocal intraocular lenses. *Ophthalmology in Russia.* 2015; 12(2): 37-42. doi: 10.18008/1816-5095-2015-2-37-42. (In Russ.)
21. Muñoz G, Albarrán-Diego C, Cerviño A, Ferrer-Blasco T, García-Lázaro S. Visual and optical performance with the ReZoom multifocal intraocular lens. *Eur J Ophthalmol.* 2012; 22(3): 356-362. doi: 10.5301/ejo.5000030

REFERENCES

1. Pershin KB, Pashinova NF, Tsygankov AYU. Presbyopia-correcting surgical options. *Kataraktalnaya i refrakcionnaya khirurgiya.* 2016; 16(2): 4-14. (In Russ.)
2. Alio JL, Grzybowski A, El Aswad A, Romaniuk D. Refractive lens exchange. *Surv Ophthalmol.* 2014; 59(6): 579-598. doi: 10.1016/j.survophthal.2014.04.004
3. Rosen E, Alio JL, Dick HB, Dell S, Slade S. Efficacy and safety of multifocal intraocular lenses following cataract and refractive lens exchange: Metaanalysis of peer-reviewed publications. *J Cataract Refract Surg.* 2016; 42(2): 310-328. doi: 10.1016/j.jcrs.2016.01.014

22. Cezón Prieto J, Bautista MJ. Visual outcomes after implantation of a refractive multifocal intraocular lens with a +3.00 D addition. *J Cataract Refract Surg.* 2010; 36(9): 1508-1516. doi: 10.1016/j.jcrs.2010.03.048
23. De Wit DW, Diaz JM, Moore TC, Moore JE. Refractive lens exchange for a multifocal intraocular lens with a surface-embedded near section in mild to moderate anisometropic amblyopic patients. *J Cataract Refract Surg.* 2012; 38(10): 1796-1801. doi: 10.1016/j.jcrs.2012.06.046
24. Pedrotti E, Mastropasqua R, Passilongo M, Parisi G, Marchesoni I, Marchini G. Comparison of two multifocal intraocular lens designs that differ only in near add. *J Refract Surg.* 2014; 30(11): 754-760. doi: 10.3928/1081597X-20141021-07
25. Petermeier K, Gekeler F, Spitzer MS, Szurman P. Implantation of the multifocal ReSTOR apodized diffractive intraocular lens in adult anisometropic patients with mild to moderate amblyopia. *Br J Ophthalmol.* 2009; 93: 1296-1301. doi: 10.1136/bjo.2007.131839
26. Rychwalski PJ. Multifocal IOL implantation in children: is the future clear? *J Cataract Refract Surg.* 2010; 36(12): 2019-2021. doi: 10.1016/j.jcrs.2010.10.009
27. Mesci C, Erbil HH, Olgun A, Aydin N, Candemir B, Akcakaya AA. Differences in contrast sensitivity between monofocal, multifocal and accommodating intraocular lenses: long-term results. *Clin Exp Ophthalmol.* 2010; 38(8): 768-777. doi: 10.1111/j.1442-9071.2010.02357.x
28. Pershin KB, Pashinova NF, Tsygankov AY, Solovyeva GM, Miyovich OP. Clinical and functional results of bifocal IOLs implanted during combined cataract and glaucoma surgery. *The Russian Annals of Ophthalmology.* 2018; 134 (6): 46-52. doi: 10.17116/oftalma201813406146. (In Russ.)
29. Kamath GG, Prasad S, Danson A, Phillips RP. Visual outcome with the array multifocal intraocular lens in patients with concurrent eye disease. *J Cataract Refract Surg.* 2000; 26(4): 576-581. doi: 10.1016/s0886-3350(99)00457-5
30. Gayton JL, Mackool RJ, Ernest PH, Seabolt RA, Dumont S. Implantation of multifocal intraocular lenses using a magnification strategy in cataractous eyes with age-related macular degeneration. *J Cataract Refract Surg.* 2012; 38(3): 415-418. https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2011.12.022
31. Creuzot C, Passemard M, Viau S, Joffre C, Pouliquen P, Elena PP, et al. Improvement of dry eye symptoms with polyunsaturated fatty acids. *J Fr Ophthalmol.* 2006; 29(8): 868-873. doi: JFO-10-2006-29-8-0181-5512-101019-200606358
32. Oshika T, Sugita G, Miyata K, Tokunaga T, Samejima T, Okamoto C, et al. Influence of tilt and decentration of scleral-sutured intraocular lens on ocular higher-order wavefront aberration. *Br J Ophthalmol.* 2007; 91: 185-188. doi: 10.1136/bjo.2006.099945
33. Mutlu FM, Erdurman C, Sobaci G, Bayraktar MZ. Comparison of tilt and decentration of 1-piece and 3-piece hydrophobic acrylic intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2005; 31(2): 343-347. doi: 10.1016/j.jcrs.2004.06.022
34. Cristobal JA, Remon L, del Buey MA, Montes-Mico R. Multifocal intraocular lenses for unilateral cataract in children. *J Cataract Refract Surg.* 2010; 36(12): 2035-2040. doi: 10.1016/j.jcrs.2010.08.015
35. Cionni RJ, Osher RH, Snyder ME, Nordlund ML. Visual outcome comparison of unilateral versus bilateral implantation of apodized diffractive multifocal intraocular lenses after cataract extraction: prospective 6-month study. *J Cataract Refract Surg.* 2009; 35(6): 1033-1039. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.02.018
36. Mesci C, Erbil H, Ozdoker L, Karakurt Y, Bilge AD. Visual acuity and contrast sensitivity function after accommodative and multifocal intraocular lens implantation. *Eur J Ophthalmol.* 2010; 20(1): 90-100. doi: 10.1177/112067211002000112
37. Javitt JC, Steinert RF. Cataract extraction with multifocal intraocular lens implantation: a multinational clinical trial evaluating clinical, functional, and quality-of-life outcomes. *Ophthalmology.* 2000; 107(11): 2040-2048. doi: 10.1016/S0161-6420(00)00368-7
38. Blake R, Tadin D, Sobel KV, Raissian TA, Chong SC. Strength of early visual adaptation depends on visual awareness. *Proc Natl AcadSci USA.* 2006; 103 (12): 4783-4788. doi: 10.1073/pnas.0509634103
39. Kaymak H, Fahle M, Ott G, Mester U. Intraindividual comparison of the effect of training on visual performance with ReSTOR and Tecnis diffractive multifocal IOLs. *J Refract Surg.* 2008; 24(3): 287-293. doi: 10.3928/1081597X-20080301-11
40. De Vries NE, Webers CA, Touwslager WR, Bauer NJ, de Brabander J, Berendschot TT, et al. Dissatisfaction after implantation of multifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2011; 37(5): 859-865. doi: 10.1016/j.jcrs.2010.11.032
41. Woodward MA, Randleman JB, Stulting RD. Dissatisfaction after multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg.* 2009; 35(6): 992-997. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.01.031
42. Cillino G, Casuccio A, Pasti M, Bono V, Mencucci R, Cillino S. Working-age cataract patients: visual results, reading performance, and quality of life with three diffractive multifocal intraocular lenses. *Ophthalmology.* 2014; 121(1): 34-44. doi: 10.1016/j.ophtha.2013.06.034
43. Alio JL, Plaza-Puche AB, Pinero DP, Amparo F, Jiménez R, Rodríguez-Prats JL, et al. Optical analysis, reading performance, and quality-of-life evaluation after implantation of a diffractive multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg.* 2011; 37(1): 27-37. doi: 10.1016/j.jcrs.2010.07.035
44. Mester U, Vaterrodt T, Goes F, Huetz W, Neuhann I, Schmickler S, et al. Impact of personality characteristics on patient satisfaction after multifocal intraocular lens implantation: results from the "happy patient study". *J Refract Surg.* 2014; 30(10): 674-678. doi: 10.3928/1081597X-20140903-05
45. Leyland MD, Langan L, Goolfee F, Lee N, Bloom PA. Prospective randomised double-masked trial of bilateral multifocal, bifocal or monofocal intraocular lenses. *Eye (Lond).* 2002; 16: 481-490. doi: 10.1038/sj.eye.6700077
46. Venter JA, Pelouskova M, Collins BM, Schallhorn SC, Hannan SJ. Visual outcomes and patient satisfaction in 9366 eyes using a refractive segmented multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg.* 2013; 39(10): 1477-1484. doi: 10.1016/j.jcrs.2013.03.035
47. Kim JS, Jung JW, Lee JM, Seo KY, Kim EK, Kim TI. Clinical outcomes following implantation of diffractive multifocal intraocular lenses with varying add powers. *Am J Ophthalmol.* 2015; 160(4): 702-709. doi: 10.1016/j.ajo.2015.07.021
48. Munoz G, Albarran-Diego C, Cervino A, Ferrer-Blasco T, Garcia-Lazaro S. Visual and optical performance with the ReZoom multifocal intraocular lens. *Eur J Ophthalmol.* 2012; 22(3): 356-362. doi: 10.5301/ejo.5000030
49. Soda M, Yaguchi S. Effect of decentration on the optical performance in multifocal intraocular lenses. *Ophthalmologica.* 2012; 227: 197-204. doi: 10.1159/000333820
50. Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F. Correlation between pupillary size and intraocular lens decentration and visual acuity of a zonal-progressive multifocal lens and a monofocal lens. *Ophthalmology.* 2001; 108(11): 2011-2017. doi: 10.1016/s0161-6420(01)00756-4
51. Eppig T, Scholz K, Löffler A, Messner A, Langenbacher A. Effect of decentration and tilt on the image quality of aspheric intraocular lens designs in a model eye. *J Cataract Refract Surg.* 2009; 35(6): 1091-1100. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.01.034
52. Schmickler S, Bautista CP, Goes F, Shah S, Wolffsohn JS. Clinical evaluation of a multifocal aspheric diffractive intraocular lens. *Br J Ophthalmol.* 2013; 97: 1560-1564. doi: 10.1136/bjophthalmol-2013-304010
53. Crnej A, Hirschschall N, Nishi Y, Gangwani V, Tabernerero J, Artal P, et al. Impact of intraocular lens haptic design and orientation on decentration and tilt. *J Cataract Refract Surg.* 2011; 37(10): 1768-1774. doi: 10.1016/j.jcrs.2011.04.028
54. Alio JL, Plaza-Puche AB, Javaloy J, Ayala MJ, Vega-Estrada A. Clinical and optical intraocular performance of rotationally asymmetric multifocal IOL plate-haptic design versus C-loop haptic design. *J Refract Surg.* 2013; 29(4): 252-259. doi: 10.3928/1081597X-20130318-04
55. Van der Linden JW, van der Meulen IJ, Mourits MP, Lapid-Gortzak R. In-the-bag decentration of a hydrophilic radially asymmetric multifocal intraocular lens secondary to capsule con-

- traction. *J Cataract Refract Surg.* 2013; 39(4): 642-644. doi: 10.1016/j.jcrs.2013.01.027
56. Alio JL, Plaza-Puche AB, Pinero DP. Rotationally asymmetric multifocal IOL implantation with and without capsular tension ring: refractive and visual outcomes and intraocular optical performance. *J Refract Surg.* 2012; 28(4): 253-258. doi: 10.3928/1081597X-20120314-01
57. Montes-Mico R, Espana E, Bueno I, Charman WN, Menezo JL. Visual performance with multifocal intraocular lenses: mesopic contrast sensitivity under distance and near conditions. *Ophthalmology.* 2004; 111(1): 85-96. doi: 10.1016/S0161-6420(03)00862-5
58. Choi J, Schwiegerling J. Optical performance measurement and night driving simulation of ReSTOR, ReZoom, and Tecnis multifocal intraocular lenses in a model eye. *J Refract Surg.* 2008; 24(3): 218-222. doi: 10.3928/1081597X-20080301-02
59. Behndig A, Montan P, Stenevi U, Kugelberg M, Zetterstrom C, Lundstrom M. Aiming for emmetropia after cataract surgery: Swedish National Cataract Register study. *J Cataract Refract Surg.* 2012; 38(7): 1181-1186. doi: 10.1016/j.jcrs.2012.02.035
60. Pershin KB, Pashinova NF, Tsygankov AYU, Legkikh SL. Phacoemulsification with IOL implantation in extremely high myopia. *Cataract and Refractive Surgery.* 2015; 15(3): 14-21. (In Russ.)
61. Pershin KB, Pashinova NF, Tsygankov AYU, Legkikh SL, Likh IA. Biometry in IOL power calculations as a factor of successive cataract surgery. *Kataraktalnaya i refraktsionnaya khirurgiya.* 2016; 16(2): 15-22. (In Russ.)
62. Fernandez-Buenaga R, Alio JL, Perez Ardoy AL, Quesada AL, Pinilla-Cortes L, Barraquer RI. Resolving refractive error after cataract surgery: IOL exchange, piggyback lens, or LASIK. *J Refract Surg.* 2013; 29(10): 676-683. doi: 10.3928/1081597X-20130826-01
63. Alfonso JF, Fernandez-Vega L, Montes-Mico R, Valcarcel B. Femtosecond laser for residual refractive error correction after refractive lens exchange with multifocal intraocular lens implantation. *Am J Ophthalmol.* 2008; 146(2): 244-250. doi: 10.1016/j.ajo.2008.03.022
64. Pinero DP, Espinosa MJ, Alio JL. LASIK outcomes following multifocal and monofocal intraocular lens implantation. *J Refract Surg.* 2010; 26(8): 569-577. doi: 10.3928/1081597X-20091030-02
65. Awasthi N, Guo S, Wagner BJ. Posterior capsular opacification: a problem reduced but not yet eradicated. *Arch Ophthalmol.* 2009; 127(4): 555-562. doi: 10.1001/archophthol.2009.3
66. Findl O, Buehl W, Bauer P, Sycha T. Interventions for preventing posterior capsule opacification. *Cochrane Database Syst Rev* 2010; (2): CD003738. doi: 10.1002/14651858.CD003738.pub3
67. Shah VC, Russo C, Cannon R, Davidson R, Taravella MJ. Incidence of Nd:YAG capsulotomy after implantation of AcrySof multifocal and monofocal intraocular lenses: A case controlled study. *J Refract Surg.* 2010; 26(8): 565-568. doi: 10.3928/1081597X-20100303-01
68. Gil MA, Varon C, Rosello N, Cardona G, Buil JA. Visual acuity, contrast sensitivity, subjective quality of vision, and quality of life with 4 different multifocal IOLs. *Eur J Ophthalmol.* 2012; 22(2): 175-187. doi: 10.5301/EJO.2011.8371
69. Penzeva KV, Takhtaev YuV. Clinical and functional outcomes of primary posterior capsulorhexis. *Practical Medicine.* 2012; 4-1(59): 288-290. (In Russ.)
70. Pershin KB, Pashinova NF, Konovalova MM, Tsygankov AYU, Konovalov ME. Experience of primary posterior capsulorhexis in bifocal IOLs implantation. *Practical Medicine.* 2018; 16(4): 122-124. doi: 10.32000/2072-1757-2018-16-4-122-124. (In Russ.)
71. Alfonso JF, Puchades C, Fernandez-Vega L, Merayo C, Montes-Mico R. Contrast sensitivity comparison between AcrySofReSTOR and Acri.LISA aspheric intraocular lenses. *J Refract Surg.* 2010; 26(7): 471-477. doi: 10.3928/1081597X-20090728-04
72. Donnenfeld ED, Solomon R, Roberts CW, Wittmann JR, McDonald MB, Perry HD. Cyclosporine 0.05% to improve visual outcomes after multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg.* 2010; 36(7): 1095-1100. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.12.049
73. Li XM, Hu L, Hu J, Wang W. Investigation of dry eye disease and analysis of the pathogenic factors in patients after cataract surgery. *Cornea.* 2007; 26: 16-20. doi: 10.1097/ICO.0b013e31812f67ca
74. Ram J, Gupta A, Brar G, Kaushik S, Gupta A. Outcomes of phacoemulsification in patients with dry eye. *J Cataract Refract Surg.* 2002; 28(8): 1386-1389. [https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(02\)01387-1](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(02)01387-1)
75. Alio JL, Arnalich-Montiel F, Rodriguez AE. The role of "eye platelet rich plasma" (E-PRP) for wound healing in ophthalmology. *Curr Pharm Biotechnol.* 2012; 13(7): 1257-1265. doi: 10.2174/138920112800624355
76. Pershin KB, Pashinova NF, Tsygankov AYU, Gurmizov EP, Batalina LV. Management of residual refractive error after cataract phacoemulsification. Part 2. Intraocular approaches. *Ophthalmology in Russia.* 2017; 14(2): 106-112. doi: 10.18008/1816-5095-2017-2-106-112. (In Russ.)
77. Fernandez-Buenaga R, Alio JL, Munoz-Negrete FJ, Barraquer-Compte RI, Alio-Del Barrio JL. Causes of IOL explantation in Spain. *Eur J Ophthalmol.* 2012; 22(5): 762-768. doi: 10.5301/ejo.5000168
78. Fernandez-Buenaga R, Alio JL, Pinilla-Cortes L, Barraquer RI. Perioperative complications and clinical outcomes of intraocular lens exchange in patients with opacified lenses. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2013; 251(9): 2141-2146. doi: 10.1007/s00417-013-2411-7
79. Galor A, Gonzalez M, Goldman D, O'Brien TP. Intraocular lens exchange surgery in dissatisfied patients with refractive intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2009; 35(10): 1706-1710. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.05.022
80. Kamiya K, Hayashi K, Shimizu K, Negishi K, Sato M, Bissen-Miyajima H. Multifocal intraocular lens explantation: a case series of 50 eyes. *Am J Ophthalmol.* 2014; 158(2): 215-220. doi: 10.1016/j.ajo.2014.04.010

Сведения об авторах

Першин Кирилл Борисович – доктор медицинских наук, профессор, медицинский директор, Офтальмологический центр «Эксимер», e-mail: kpershin@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3445-8899>

Пашинова Надежда Федоровна – доктор медицинских наук, главный врач, Офтальмологический центр «Эксимер», e-mail: pashinovan@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5973-0102>

Коновалова Мария Михайловна – врач-офтальмолог, ООО «Офтальмологический центр Коновалова», e-mail: mariakonovalova11@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0003-3597-2101>

Цыганков Александр Юрьевич – кандидат медицинских наук, научный референт медицинского директора, Офтальмологический центр «Эксимер», e-mail: alextsygankov1986@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9475-3545>

Коновалов Михаил Егорович – доктор медицинских наук, профессор, главный врач, ООО «Офтальмологический центр Коновалова», e-mail: konovalov@konovalov-eye-center.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3954-6233>

Information about the authors

Kirill B. Pershin – Dr. Sc. (Med.), Professor, Medical Director, Ophthalmologic Clinic "Excimer", e-mail: kpershin@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3445-8899>

Nadezhda F. Pashinova – Dr. Sc. (Med.), Chief Physician, Ophthalmologic Clinic "Excimer", e-mail: pashinovan@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5973-0102>

Maria M. Konovalova – Ophthalmologist, OOO Konovalov Ophthalmologic Center, e-mail: mariakonovalova11@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0003-3597-2101>

Alexander Yu. Tsygankov – Cand. Sc. (Med.), Scientific Assistant of the Medical Director, Ophthalmologic Clinic "Excimer", e-mail: alextsygankov1986@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9475-3545>

Mikhail E. Konovalov – Dr. Sc. (Med.), Professor, Chief Physician, OOO Konovalov Ophthalmologic Center, e-mail: konovalov@konovalov-eye-center.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3954-6233>

Статья получена: 01.04.2019. Статья принята: 14.06.2019. Статья опубликована: 26.08.2019.

Received: 01.04.2019. Accepted: 14.06.2019. Published: 26.08.2019.