

Особенности факохирургии при макулярной патологии. Часть 2. Возможности оптической коррекции



Юсеф Наим Юсеф



М.В. Воробьева



Э.Э. Казарян



Н.Ю. Школяренко

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2021;18(3S):630–637

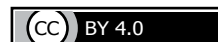
Катаракта и возрастная макулярная дегенерация (ВМД) являются ведущими причинами слепоты во всем мире. Основными симптомами ВМД являются постепенное снижение остроты зрения до сотых, метаморфопсии, появление центральной скотомы, что снижает качество жизни пациента и приводит к инвалидности. Портативные и стационарные средства оптической реабилитации, такие как лупы для слабовидящих, очки, видеосистемы, громоздки и малофункциональны. Альтернативным вариантом коррекции являются интраокулярные зрительные устройства, позволяющие улучшить качество жизни пациента. В обзоре рассмотрены различные виды интраокулярных имплантатов, в частности система интраокулярного телескопа (интраокулярный миниатюрный телескоп IMT, IOL-VIP, IOL-AMD), линза Френеля, линза Липшица, макулярная линза Scharioth (Scharioth macula lens, SML), EyeMax Mono, ИОЛ LENTIS® MAX LS-313 MF80. Применение высокотехнологичных устройств для коррекции зрительных нарушений при ВМД открыло новое направление в реабилитации слабовидения. Дальнейшее изучение и внедрение в практику «макулярных» линз последнего поколения позволит повысить качество жизни пациентов с далекозашедшими стадиями ВМД.

Ключевые слова: возрастная макулярная дегенерация, интраокулярная коррекция, интраокулярные имплантаты, устройства, интраокулярный телескоп IMT, IOL-VIP, IOL-AMD, линза Френеля, линза Липшица, макулярная линза Scharioth (Scharioth macula lens, SML), EyeMax Mono, высокодобавочная ИОЛ LENTIS® MAX LS-313 MF80

Для цитирования: Юсеф Наим Юсеф, Воробьева М.В., Казарян Э.Э., Школяренко Н.Ю. Особенности факохирургии при макулярной патологии. Часть 2. Возможности оптической коррекции. *Офтальмология*. 2021;18(3S):630–637. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2021-3S-630-637>

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

Конфликт интересов отсутствует



Features of Phacosurgery in Macular Pathology.

Part 2. Capabilities of Optical Correction

Yusef Naim Yusef, M.V. Vorobyeva, E.E. Hazaryan, N.Yu. Shkolyarenko

Research Institute of Eye Diseases

Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2021;18(3S):630-637

Cataracts and age-related macular degeneration (AMD) are the leading causes of blindness worldwide. The main symptoms of AMD are: a gradual decrease in visual acuity to the hundredth, metamorphosis, the appearance of a central scotoma, which reduces the quality of life of the patients and leads to disability. Prosthetic and stationary means of optical rehabilitation, such as magnifiers for the visually impaired, glasses, video systems are cumbersome and poorly functional. An alternative correction option is intraocular vision devices that improve the patient's quality of life. The review considers various types of intraocular implants, in particular, the intraocular telescope system (intraocular miniature telescope-IMT, IOL-VIP, IOL-AMD), Fresnel lens, Lipschitz lens, Scharioth macular lens (Scharioth macula lens, SML), EyeMax Mono, LENTIS® MAX IOL LS-313 MF80. The use of high-tech devices for the correction of visual disturbances in AMD has opened a new direction in the rehabilitation of low vision. Further study and implementation of the latest generation of "macular" lenses will improve the quality of life of patients with advanced stages of AMD.

Keywords: age-related macular degeneration, intraocular correction, intraocular implants, devices, intraocular telescope IMT, IOL-VIP, IOL-AMD, Fresnel lens, Lipschitz lens, Scharioth macular lens (Scharioth macula lens, SML), EyeMax Mono, high-dose LENTIS® MAX IOL LS-313 MF80

For citation: Yusef Naim Yusef, Vorobyeva M.V., Hazaryan E.E., Shkolyarenko N.Yu. Features of Phacosurgery in Macular Pathology. Part 2. Capabilities of Optical Correction. *Ophthalmology in Russia*. 2021;18(3S):630-637. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2021-3S-630-637>

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

There is no conflict of interests

Среди основных причин необратимого снижения зрения и слабовидения после 60 лет можно назвать возрастную макулярную дегенерацию (ВМД). По официальным материалам Центра ВОЗ по профилактике устранимой слепоты, около 30 миллионов человек страдают от этого заболевания. В экономически развитых странах мира ВМД занимает третье место в структуре слабовидения. Ежегодно с ростом продолжительности жизни населения число людей, страдающих ВМД, неуклонно растет. Так, ВМД встречается примерно у 10 % пациентов в возрасте от 66 до 74 лет, у 30 % пациентов от 75 до 85 лет. Около 80 % пациентов с ВМД имеют далекозашедшие стадии заболевания, что ведет к стойкой потере центрального зрения и инвалидности. В мире терминальная стадия ВМД встречается у 1,7 % населения старше 50 лет и у 18 % старше 85 лет. В России заболеваемость ВМД составляет 15 на 1000 населения [1].

Около 90 % пациентов имеют сухую форму ВМД, которая характеризуется постепенной атрофией ретинального пигментного эпителия (РПЭ) и фоторецепторов в центральной зоне сетчатки. Влажная форма ВМД возникает при развитии хориоидальной неоваскуляризации, исходом которой является формирование грубого фиброваскулярного рубца в центральной зоне сетчатки [2].

Основными симптомами ВМД являются постепенное снижение остроты зрения до сотых, метаморфопсии, появление центральной скотомы при сохранности периферического поля зрения.

Хотя хирургия катаракты у пациентов с ВМД сопряжена с более низким прогностическим функциональным

результатом и удовлетворенностью пациента [3], неоспоримы преимущества в отношении остроты зрения и соответственно качества жизни после экстракции катаракты для пациентов с ВМД [4]. С одной стороны, доказано, что хирургическое вмешательство не влияет на прогрессирование ВМД. С другой стороны, удаление катаракты увеличивает повреждающее воздействие света на сетчатку, включая ультрафиолетовое (УФ) и синее излучение [5]. Исследования на животных моделях и культурах тканей показали, что коротковолновый свет отрицательно влияет на функцию пигментного эпителия сетчатки и фоторецепторов. Чтобы избежать повреждения сетчатки, обычно используются интраокулярные линзы (ИОЛ) с фильтрами УФ и синего света, особенно у пациентов с ВМД или повышенным риском ВМД [6]. Так, А. Steinemann [7] были разработаны специальные ИОЛ с фильтром для уменьшения цианопсии, устранения хроматической аберрации и улучшения контрастной чувствительности в различных условиях освещения, а также для предотвращения попадания коротковолнового света на сетчатку, что потенциально снижает риск развития возрастной макулярной дегенерации.

При начальных стадиях ВМД, когда функциональные изменения сетчатки незначительны, традиционная хирургия катаракты не вызывает сложностей и дает хороший зрительный эффект [8].

Длительное время макулярная патология считалась относительным противопоказанием к имплантации мультифокальных ИОЛ ввиду снижения контрастной чувствительности в глазах с макулярной патологией и возможных дисфотопсий (галозффект, мерцание

Yusef Naim Yusef, M.V. Vorobyeva, E.E. Hazaryan, N.Yu. Shkolyarenko

Contact information: Vorobyeva Mayya V. vorobyova@mail.ru

Features of Phacoemulsification in Macular Pathology. Part 2. Capabilities of Optical Correction

и ослепление), связанных с конструктивными особенностями ИОЛ [9]. Однако согласно последним исследованиям, по мнению А. Grzybowski [10], некоторые противопоказания к применению мультифокальных ИОЛ у пациентов с заболеваниями сетчатки носят гипотетический характер и не являются доказательными. Необходимы дополнительные исследования, особенно для изучения влияния мультифокальных ИОЛ на контрастную чувствительность, зрительные функции и деятельность пациента, такие как ориентация, подвижность и чтение при ВМД.

Несмотря на серьезные успехи в лечении ВМД, в частности неоваскулярной формы, с помощью ингибиторов ангиогенеза [11], рост числа слабовидящих в результате необратимого прогрессирования ВМД неуклонно растет. Не существует и эффективных методов лечения атрофической формы ВМД. Появление центральной скотомы на развитой стадии ВМД ставит перед катарактальным хирургом вопрос о методе выбора оптической коррекции при хирургии катаракты и прогнозе зрительных функций после нее.

Длительное время основным и единственным способом реабилитационной коррекции пациентов с ВМД после экстракции катаракты было применение оптических приборов, направленных на увеличение изображения. Для создания телескопического эффекта использовали очки (со светофильтрами, сфероцилиндрические для дали и близи, сферопризматические очки-гиперокуляры бинокулярного и монокулярного применения), лупы (портативные, стационарные, накладные), телескопические видеосистемы, электронный ручной видеомножитель, комбинации высококорректирующих очков с контактными линзами [12].

Дальние оптические приборы использовались для увеличения объектов до 3 м и более, тогда как ближние оптические приборы применялись для увеличения печатных материалов и ближних объектов. Телевизионные бинокулярные телескопы (Эшенбах, Германия) — очковые модели телескопов в основном являются пригодными для распознавания лиц и просмотра телевизора [13]. Очки с полуприкрытыми глазами — мощные очки-лупы для бинокулярного чтения, которые обеспечивают большее поле зрения и делают чтение и запись комфортнее для пользователей [14]. Портативные лупы дают лучшее рабочее расстояние и мобильность. Стендовые лупы — это стационарные лупы, имеющие сравнительно более широкий диапазон увеличения при ограниченном поле зрения. Купольные лупы удобны для задач непрерывного чтения с удобным рабочим расстоянием. В портативных видеомножителях (Freedom Scientific Company, США) со встроенной в них телевизионной видеосистемой и широким диапазоном увеличения до 25× имеется возможность повысить контрастность и фиксировать изображение [15].

Длительное время зрительная реабилитация с помощью оптических средств была основным и единственным

методом помощи пациентам с центральной скотомой. Однако, несмотря на эффективность и доступность, данный вид коррекции отличается громоздкостью и низкой функциональностью, что ограничивает его использование пациентами [16].

Наиболее перспективным направлением помощи пациентам с ВМД стала интраокулярная коррекция с помощью специально разработанных внутриглазных имплантатов. Выделяют 2 типа имплантатов: первый тип имплантируют во время традиционной факоэмульсификации непосредственно в капсульный мешок, второй тип — в цилиарную борозду, что дает возможность использовать их как одномоментно с имплантацией заднекамерной ИОЛ, так и отсроченно, через несколько лет после факоэмульсификации.

В зависимости от принципов, лежащих в основе коррекции слабовидения при ВМД, предложено несколько типов ИОЛ:

- система увеличивающих линз (система телескопа): интраокулярный миниатюрный телескоп (ИМТ), система IOL-VIP, iol AMD;
- система линз Френеля, смещающая фокус изображения с потенциально пораженного на условно здоровую область сетчатки;
- система, увеличивающая изображение при приближении объекта (Линза Шариотта, LENTIS® MAX, LS-313 MF80).

В основе большинства интраокулярных имплантов, таких как имплантируемый миниатюрный телескоп (ИМТ), система ИОЛ-VIP (IOL-VIP system), ИОЛ-ВМД (IOL-AMD system), лежит принцип телескопа Галилея с фиксированным фокусным расстоянием, при котором используются две линзы высокой положительной и высокой отрицательной оптической силы, при этом в сочетании с оптической силой роговицы создается максимальное увеличение.

Интраокулярный миниатюрный телескоп (ИМТ), разработанный в 2010 году, представляет собой устройство для монокоррекции, которое снижает влияние центральной скотомы, проецируя объекты на большую площадь светочувствительной сетчатки. Этот телескоп состоит из высокоточной широкоугольной микрооптики из кварцевого стекла, установленной в устройство для переноски из полиметилметакрилата (ПММА). После факоэмульсификации ИМТ имплантируют в капсульный мешок через 10–12-миллиметровый склеральный разрез. Параметры устройства: длина 4,4 мм, диаметр 3,6 мм, вес 60 мг в водной среде и общий диаметр 13,5 мм, светосила объектива 3,2 мм. Существуют две формы в зависимости от разного увеличения, а именно WA (широкоугольный) 2,2× и WA 3,0× (FDA 2010).

ИМТ позволяет получать увеличенное в 3 раза изображение, проецируемое на 55° сетчатки, для ближней, средней и дальней дистанции. Обращает внимание высокое увеличение ретинального изображения, поскольку система линз встроена в воздушную среду

и дает наибольшую степень преломления по сравнению с системами, встроенными в водную среду (ИОЛ-VIP и ИОЛ-ВМД). Однако увеличение изображения в 3 раза сопряжено с ограничением поля зрения оперированного глаза до 20–24°. Парный глаз после операции служит для периферического зрения. Невозможность бинокулярной имплантации требует серьезной нейроадаптации и реабилитации пациентов более 6 месяцев для эффективного пользования устройством [17–19]. Согласно рекомендациям FDA кандидатами для имплантации ИМТ являются ранее не оперированные пациенты старше 65 лет с атрофической ВМД, не требующей дальнейшей терапии.

В 2020 году новые модели ИМТ, NG ИМТ и NG SI ИМТ 3×, были одобрены в Европейском союзе. Новое устройство NG SI ИМТ 3× поставляется в виде предварительно загруженного картриджа Tsert SI, что позволяет имплантировать его с гораздо меньшим разрезом (SI), чем в предыдущей модели. Многоцентровое исследование J.L. Alio и соавт. [20], проведенное на 40 глазах с ВМД, показало хороший зрительный результат после имплантации ИМТ как на дальнюю, так и на ближнюю дистанцию у пациентов с сухой формой ВМД. Отдаленные результаты наблюдения также продемонстрировали эффективность и безопасность интраокулярной коррекции пациентов с помощью ИМТ. Через один год после имплантации ИМТ согласно H.L. Hudson и соавт. острота зрения с максимальной коррекцией увеличилась на 0,2 и более у 50 % пациентов, а 67 % пациентов повысили свои показатели на 3 и более строчек ETDRS по сравнению с контрольной группой [21, 22].

Сравнение различных моделей ИМТ у пациентов в отдаленные сроки показало, что устройство 3× дает большее улучшение максимально скорректированной остроты зрения, чем с имплантированным устройством 2,2× ($3,6 \pm 1,9$ против $2,8 \pm 2,3$ линий, $p < 0,001$). Кроме того, пациенты отмечали меньшую социальную зависимость и ограниченность в бытовой деятельности, что говорит о повышении качества жизни [23]. Несмотря на хороший оптический эффект, главным недостатком данного устройства является ограничение поля зрения, что делает невозможным бинокулярную коррекцию [24]. Среди побочных эффектов и осложнений были отмечены постоперационные воспалительные явления (17,5–42,9 %), отложения пигмента (11 %) [21, 22], офтальмогипертензия (28 %), отек роговицы чаще у пожилых (7,1 %), потеря эндотелиальных клеток (20 % в первые 3 месяца и 35–40 % через 5 лет), что коррелировало с глубиной передней камеры [24]. Сообщалось о жалобах на засветы, снижение периферического зрения и восприятие глубины, и как результат — неудовлетворенность пациентов результатами операции [22]. Кроме того, имплантация ИМТ предполагает сложный период послеоперационной зрительной реабилитации, что вызывает ряд трудностей у пожилых пациентов в силу снижения способности к обучению, мотивации и уровня мозговой активности.

Другой увеличительный телескоп типа Галилея — система IOL-VIP, выпущенная в 2001 году, состоит из двух специальных линз. Одна из них — высокая двояковогнутая ИОЛ (–66 D), имплантируемая в капсулу и действующая как окуляр, другая — высокая двояковыпуклая ИОЛ (+55 D) находится в передней камере и служит в качестве объектива, может дополнительно модифицировать изображение. Обе линзы изготовлены из полиметилметакрилата, имеют цельную конструкцию и обеспечивают ультрафиолетовую защиту сетчатки. Оптика двух линз составляет 5 мм в диаметре с максимальной осевой толщиной 1,5 мм для ПК ИОЛ и периферической толщиной 1,5 мм для ИОЛ в мешке; их общая длина составляет 13 мм, что обеспечивает приблизительное увеличение на расстоянии 1,3. После стандартной факоэмульсификации и имплантации толстой ИОЛ необходимо дополнительно увеличить разрез роговицы до 7 мм, чтобы облегчить имплантацию.

В 2012 году разработана новая модель IOL-VIP Revolution, которую, в отличие от своего предшественника, имплантируют в капсульный мешок [25]. Модифицированный вариант IOL-VIP за счет децентрации одной из ИОЛ дополнительно к увеличению изображения создает смещение его с пораженной центральной зоны сетчатки на условно здоровую. Существует программное обеспечение, которое может выполнять функциональную оценку предпочтительного ретинального локуса и прогноз максимально скорректированной остроты зрения, контрастной чувствительности и скорости чтения. Между тем его также можно использовать для тренировки ретинального локуса до и после операции. Работа G. Savaresi и соавт. [26] показывает, что программное обеспечение IOL-VIP® распознает более 66 % пациентов, чей локус сетчатки может находиться слишком далеко от фовеа или не реагировать адекватно на предоперационную подготовку, тем самым повышая удовлетворенность операцией. Всем пациентам предлагается пройти 2-недельный предоперационный тренинг (12 30-минутных тренировок) и 3-месячную послеоперационную программу реабилитации (5 30-минутных тренировок в неделю) для тренировки и закрепления «рабочего» локуса сетчатки.

IOL-VIP, по данным N. Orzalesi и соавт. [27], позволяет повысить максимальную скорректированную остроту зрения (МКОЗ) у пациентов с центральной скотомой. Исследования показали статистически значимое повышение МКОЗ до и после коррекции с $1,08 \pm 0,14$ до $0,81 \pm 0,16$ Log MAR ($p = 0,05$). Помимо улучшения МКОЗ, отмечено увеличение размеров изображения и расстояния при чтении после операции, которое составило 6,2 и 7,66 см соответственно. Дальнейший анализ показал, что пациенты с исходно низкой остротой зрения, как правило, имеют нестабильный и более отдаленный от фовеа предпочтительный локус сетчатки, не поддающийся исправлению реабилитационной программой тренировок, в то время как пациенты с более высокой

остротой зрения способны смещать изображение на более благоприятный локус сетчатки. Ретроспективное исследование на 50 пациентах с центральной скотомой в течение 4,2 года также выявило улучшение МКОЗ с 1,3 до 0,68 Log MAR. Из преимуществ данной системы следует отметить хорошую переносимость ввиду отсутствия ограничения поля зрения при хорошем функциональном результате, возможность формирования бинокулярного зрения, что позволяет использовать ее как вариант коррекции при двустороннем поражении макулы.

Ввиду достаточных размеров и расположения имплантата мелкая передняя камера и дефицит клеток заднего эпителия роговицы являются относительными противопоказаниями к имплантации IOL-VIP. Наиболее частым осложнением при данном типе коррекции является постоперационный подъем ВГД (около 40 % случаев), что обуславливало необходимость выполнения предоперационной иридэктомии.

В целом программное обеспечение позволяет прогнозировать с высокой долей вероятности успех при выборе пациентов для данной коррекции, однако отсутствие клинического контроля делает эти выводы менее доказательными и требует больше информации для дальнейшей оценки его эффективности и безопасности.

ИОЛ-ВМД (IOL-AMD) (London Eye Hospital Pharma Company), в основе которого также лежит принцип телескопа Галилея, представляет собой гидрофобное акриловое устройство, которое можно имплантировать стандартным картриджем с мягким наконечником и системой инжектора через разрез в 3 мм, что является бесспорным техническим преимуществом данной конструкции по сравнению с IMT. Система IOL-AMD состоит из 2 отдельных линз, предназначенных для оптимизации изображения сетчатки во всех областях макулы $\leq 10^\circ$ от фиксации до 3° за счет децентрации одной из ИОЛ. ИОЛ-ВМД увеличивает изображение в 1,25 раза. ИОЛ 1 — линза с большим оптическим увеличением (+63 D), имплантированная в цилиарную борозду, что может увеличивать глубину фокуса, тогда как ИОЛ 2 — линза с большим отрицательным оптическим увеличением (-49 D), встроенная в капсульный мешок. ИОЛ 1 имеет размер 5 мм, общий диаметр от 11,75 до 12,0 мм, гаптический изгиб вперед. Оптика ИОЛ 2 — 4 мм, общая длина 11,0 мм, гаптический свод кзади около 15° . После имплантации рекомендуемое расстояние между оптикой двух линз составляет 2 мм. Асферичный дизайн IOL-AMD положительной линзы позволяет увеличить глубину фокуса и повысить устойчивость системы к изменениям осевого расстояния между линзами. Конструкция IOL-AMD дает возможность увеличить объект и сместить ретинальное изображение на 3° от фoveа благодаря децентрации ИОЛ (0,85 мм).

По данным F. Hengerer и соавт. [28], корригированная острота зрения через 2 месяца после операции возросла с 0,03–0,16 до 0,5–0,8. Несмотря на хороший зрительный результат, безопасность, стабильность положения ИОЛ,

авторы отметили вероятность возникновения диплопии при монофокальной имплантации IOL-AMD.

Использование данного типа устройства ограничено случаями артификации с имплантацией монофокальной ИОЛ. Также в случае прогрессирования ВМД возникает необходимость в повторной операции с целью формирования нового периферического «рабочего» локуса в макуле. И поскольку пациенты обычно используют несколько таких локусов для повседневной деятельности, «включение» лишь одной конкретной «рабочей» зоны сетчатки нарушает зрительную адаптацию пациента.

Интраокулярный имплантат с линзой Френеля, нестигаемая единая ИОЛ из полиметилметакрилата, так же как и IOL-AMD, смещает ретинальное изображение с пораженной зоны макулы на более функционально сохранную зону без увеличения его размеров [29]. Для обеспечения эффекта Френеля оптическая поверхность разбивается на определенные зоны. Невозможность наложения призмы на всю поверхность ИОЛ связана с большой толщиной одного из краев линзы. Такое зонирование обуславливает вероятность эффекта дифракции и светорассеяния по краю каждой зоны Френеля.

После стандартной факоэмульсификации имплантируют линзу +20 D для коррекции афакии, призматическая ИОЛ Френеля приспособлена для задней поверхности оптики, создавая фиксированное отклонение в 6° , тем самым смещая ретинальное изображение на 1,8 мм (зона диаметром 3,6 мм). В работе F.J. Potgieter и соавт. [29] имплантация у пациентов с прогрессирующей ВМД показала повышение качества зрения благодаря смещению скотомы при хорошей переносимости коррекции и отсутствии диплопии.

Вышеописанные типы линз имплантируют в капсульный мешок и применимы в не оперированных ранее глазах с ВМД. В артификачных глазах методом выбора коррекции становятся добавочные макулярные ИОЛ: имплантат Липшица (LMI-SI) и Шариотта (Lens Macula Scharioth), которые имплантируют в цилиарную борозду дополнительно к имплантируемой ранее ИОЛ.

Интраокулярный имплантат, созданный доктором Липшицем (LMI), представляет собой рефлектирующий телескоп Кассегрена, позволяющий получить пациенту увеличенное в 2,5 раза изображение. Существует две модификации имплантата Липшица. Первая LMI имеет вид традиционной ИОЛ с вмонтированными в нее передним вогнутым зеркалом диаметром 1,4 мм и задним выпуклым зеркалом диаметром 2,8 мм, по форме напоминающим пончик с прозрачной центральной областью. Имплантацию осуществляют в капсульный мешок через тоннельный разрез 6,5 мм. Благодаря системе зеркал пациент получает центральное увеличенное зрение, периферическое зрение при этом остается неизменным. Такая модель может быть имплантирована бинокулярно. Клинические испытания имплантата показали повышение остроты зрения у пациентов с макулярной

патологией в среднем на $3,66 \pm 1,88$ строки ($p = 0,014$) [30]. Однако в дальнейшем, согласно А. Agarwal и соавт. [31], возникла сложность с обследованием периферии сетчатки ввиду возникающих бликов микрозеркал.

В отличие от своего прототипа, вторая улучшенная модель LMI — LMI-SI (Orilens, OptoLight) — это цельная ИОЛ, которую имплантируют в цилиарную борозду перед обычной ИОЛ. Преимуществом коррекции с помощью модификации LMI-SI является возможность отсроченной имплантации после традиционной фактоэмульсификации. Несмотря на схожую с обычной ИОЛ, центральная толщина нескладывающейся линзы — 1,25 мм. Имплантация такой линзы требует проведения увеличенного разреза до 5–5,5 мм и интраоперационной периферической иридэктомии, что повышает риск постоперационных осложнений. А. Agarwal и соавт. [31] сообщают, что использование LMI-SI у пациентов с двусторонней далекозашедшей ВМД позволяет улучшить зрение для дали. Для близкой дистанции автор предлагает интраокулярную коррекцию комбинировать с внешним телескопом, имеющим увеличение 2,5×. Кроме того, сложность такого устройства требует существенных производственных затрат в сравнении с силиконовой или акриловой ИОЛ и обуславливает высокую стоимость линзы для широкого применения.

Принцип, используемый в макулярной линзе Scharioth (Scharioth macula lens, SML (A45 SML, Medicontur)), заключается в увеличении объекта на близких расстояниях (чем ближе к глазу, тем больше увеличение) при условии нахождения его на расстоянии от 10 до 15 см. Когда пациенты фокусируются на близких объектах с суженным зрачком, а световые лучи ограничиваются в основном центральной оптической областью, имеет место эффект увеличения. И наоборот, когда пациенты фокусируются на расстоянии с расширенным зрачком, световые лучи проходят через периферические области и на них не влияют. Центральная оптическая область обеспечивает относительно высокое преломление для достижения резкости в диапазоне от 10 до 15 см от глаза.

SML представляет собой цельную «дополнительную» складную гидрофильную акриловую линзу с общим диаметром 13 мм и центральной частью 1,5 мм с преломляющей силой +10 D только в псевдофакических глазах. Ее имплантируют в цилиарную борозду в качестве дополнения к существующей внутрипакусальной ИОЛ через разрез 2,2 мм. Гибкость конструкции позволяет имплантировать ее через маленький разрез со снижением вероятности интра- и послеоперационных осложнений. В отличие от IMT, добавочная SML не влияет на периферическое зрение. Возможность имплантации как во время стандартной фактоэмульсификации, так и отсроченно, через несколько лет после фактоэмульсификации, является несомненным преимуществом макулярной линзы Scharioth. Влажная форма ВМД, рубеоз радужки, прогрессирующая глаукома, увеопатии и неглубокая передняя камера глаза являются

относительными противопоказаниями для имплантации SML [32]. Основной проблемой, с которой сталкиваются пациенты после имплантации SML, является отсутствие бинокулярного зрения при уменьшении дистанции чтения до 15 см. Критерием выбора данного вида коррекции служит минимально корригированная острота зрения вдаль (CNVA) 0,1 и CNVA вблизи с коррекцией +2,5 D для дистанции 40 см и коррекция +6,0 D для расстояния 15 см [33]. В РФ впервые М.М. Бикбов и соавт. [34] в 2018 году представили результаты имплантации линзы Шарриотта у 3 пациентов с артефакцией и сухой формой ВМД. По мнению автора, отсутствие осложнений и повышение максимально некорригированной остроты зрения вблизи по сравнению с МКОЗ для расстояния 40 см указывает на перспективность применения данного вида реабилитации пациентов с ВМД [34].

В проспективном многоцентровом клиническом исследовании 50 пациентов, которым была имплантирована SML, после операции острота зрения для дали улучшилась от 0,4 до 0,1 Log MAR, а минимально корригированная острота зрения вблизи повысилась на 3 строки с коррекцией +6,0 D для дистанции 15 см и +2,5 D для 40 см [35]. Однако об осложнениях авторы не сообщают. Оценка качества зрения в работе V. Nielsen Nielsen и соавт. [36] показала, что лишь в 35 % случаев было достигнуто улучшение зрения (прирост не менее чем на 3 строчки при чтении).

В 2014 году появилась новая складная добавочная ИОЛ LENTIS® MAX LS-313 MF80 (Teleon Surgical BV, Германия), состоящая из гидрофильных акрилатов с гидрофобной поверхностью. Общий диаметр ИОЛ составляет 11 и 6 мм, оптика может быть имплантирована через разрез 2,2 мм. Ее особенностью является второй дополнительный ближний сегмент на задней поверхности линзы, а линза имеет асферическую двояковыпуклую форму, которая обеспечивает дополнительную оптическую силу 8,0 D, что соответствует 6,0 D в плоскости очков [37].

ИОЛ LENTIS® MAX LS-313 MF80 представляет собой модификацию вращательного асимметричного рефракционного бифокального LENTIS® Mplus LS-313 MF 30 (Oculentis, Германия), который включает в себя ближний сегмент на передней поверхности, но также и эквивалентный ближний сегмент на задней стороне, чтобы обеспечить прибавку +8,0 D (+6,0 D в очковой плоскости). Бифокальные свойства LENTIS® MAX LS-313 MF 80 обеспечивают хорошее зрение вдаль и увеличение примерно в 2,5 раза вблизи, что может свести к минимуму необходимость увеличения ближнего поля для пациентов с развитой ВМД [38]. В литературе данные о клинической эффективности и безопасности LENTIS® MAX LS-313 MF 80 являются единичными.

EyeMax Mono (LEN Pharma, Великобритания), разработанная в 2016 году, революционная новая мягкая гидрофобная акриловая ИОЛ, позволила получить более качественно высокое зрение у пациентов с сухой

формой ВМД. До недавнего времени не существовало ИОЛ, предназначенной для оптимизации изображения на сетчатке, передаваемого в те зоны макулы, от которых пациенты становятся более зависимы по мере прогрессирования ВМД. Особенность EyeMax Mono в том, что ее оптика усовершенствована для создания поперечной асферичности и поддержания ширины фокуса. Эффект заключается в обеспечении высококачественного изображения с уменьшенным размытием в области макулы до 10°, где достаточная плотность фоторецепторов позволяет получить высокую остроту зрения. Кроме того, линза минимизирует хроматические аберрации, дополнительно оптимизируя качество изображения [39].

Как и стандартную монофокальную ИОЛ, EyeMax Mono можно имплантировать в один или оба глаза. В случае имплантации данной линзы при тяжелых случаях ВМД рекомендуется планирование гиперметропической целевой рефракции от +2 D до +3 D с получением увеличения от 10 до 20 % с помощью очковой коррекции. Существуют две версии EyeMax mono. Одна предназначена для имплантации в капсульный мешок после факэмульсификации. Вторая версия предназначена для имплантации в цилиарную борозду с ранее установленной стандартной монофокальной ИОЛ. Вторая версия представляет собой линзу –3,5 D с гиперсферическим оптическим компонентом 5,0 мм, центрированным на пластинчатом компоненте, и обеспечивает умеренную коррекцию гиперметропии. Общий диаметр составляет от 11,75 до 12 мм.

Широкомасштабное исследование 244 глаз, в которые была имплантирована EyeMax Mono, показало безопасность и эффективность (повышение CDVA у всех пациентов, повышение скорости чтения) данного вида коррекции. Улучшение остроты зрения до операции с 0,90 до 0,51 Log MAR после операции через 6 месяцев обусловлено, по мнению М.А. Qureshi и соавт., адекватной

нейроадаптацией. Данный тип имплантата не требует предварительной тренировки пациентов и реабилитации и позволяет осуществлять динамическое «подстраивание» под потенциально наилучший локус макулы по мере прогрессирования заболевания, что является существенным преимуществом нового типа ИОЛ [40].

Таким образом, применение так называемых «макулярных» имплантатов открыло новое направление в оптической коррекции слабовидения и позволило повысить качество жизни пациентов с ВМД. К сожалению, большинство интраокулярных «макулярных» линз предложены лишь для случаев далекозашедших стадий ВМД, когда линзы имплантируют преимущественно в ходе выполнения факэмульсификации, и они имеют ряд недостатков. Основными проблемами, возникающими при использовании «макулярных» линз, являются достаточно строгие критерии отбора пациентов для имплантации макулярной ИОЛ, необходимость послеоперационной визуальной реабилитации с использованием специальных тренировочных программ. Имеющиеся данные об имплантации «макулярных» линз последнего поколения — LENTIS® MAX LS-313 MF 80, EyeMax Mono ограничены и основаны на краткосрочных результатах, что указывает на необходимость дальнейшего изучения «макулярных» ИОЛ последнего поколения и применения их в практике. Вопросы выбора оптической коррекции при хирургии катаракты в случае промежуточной стадии ВМД, при которой морфофункциональные изменения в макулярной зоне незначительны, в свете современных подходов в мониторинге ВМД также требуют дополнительного изучения.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Юсеф Наим Юсеф — научное редактирование;
Воробьева М.В. — написание текста, оформление библиографии, техническое редактирование;
Казарян Э.Э. — научное редактирование, написание текста;
Школяренко Н.Ю. — написание текста.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Age-Related Macular Degeneration PPP — Updated 2015 (2015). <http://www.aao.org/preferred-practice-pattern/age-related-macular-degeneration-ppp-2015>. Accessed January 2015.
- Schmidt-Erfurth U., Chong V., Loewenstein A., Larsen M., Souied E., Schlöglmann R., Eldem B., Monés J., Richard G., Bandello F. European Society of Retina Specialists. Guidelines for the management of neovascular age-related macular degeneration by the European Society of Retina Specialists (EURETINA) *Br J Ophthalmol*. 2014;98(9):1144–1167. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2014-305702.22
- Mönstam E., Lundqvist B. Long-term visual outcome after cataract surgery: comparison of healthy eyes and eyes with age-related macular degeneration. *J Cataract Refract Surg*. 2012;38(3):409–414. DOI: 10.1016/j.jcrs.2011.09.041
- Kessel L., Erngaard D., Flesner P., Andresen J., Tendal B., Hjortdal J. Cataract surgery and age-related macular degeneration. An evidence-based update. *Acta Ophthalmol*. 2015;93(7):593–600. DOI: 10.1111/aos.12665
- Van Norren D., Vos J.J. Light damage to the retina: an historical approach. *Eye*. 2016;30(2):169–172. DOI: 10.1038/eye.2015
- Downes S.M. Ultraviolet or blue-filtering intraocular lenses: what is the evidence? *Eye*. 2016;30(2):215–221. DOI: 10.1038/eye.2015.267
- Steinmann A., Bromundt V., Chellappa S.L., Frey S., Schmidt C., Schlöte T., Goldblum D., Cajochen C. Evaluation of Visual Comfort and Mental Effort Under Different Light Conditions for Ultraviolet-Absorbing and Additional Blue-Filtering Intraocular Lenses for Cataract Surgery. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2019;236(4):398–404. DOI: 10.1055/a-0810-0302
- Armbrrecht A.M., Findlay C., Aspinall P.A. Cataract surgery in patients with age-related macular degeneration: one-year outcomes. *J Cataract Refract Surg*. 2003;29:686–693. DOI: 10.1111/aos.12665
- Žiak P., Haličková J., Mojžiš P. Presbyopic lens exchange (PRELEX) cataract surgery outcomes with implantation of a rotationally asymmetric refractive multifocal intraocular lens: femtosecond laser-assisted versus manual phacoemulsification. *International ophthalmology*. 2019;39(12):2875–2882. DOI: 10.1007/s10792-019-01135-3
- Grzybowski A., Kanclerz P., Tuuminen R. Multifocal intraocular lenses and retinal diseases. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2020;258(4):805–813. DOI: 10.1007/s00417-020-04603-0
- Будзинская М.В. Возрастная макулярная дегенерация. *Вестник офтальмологии*. 2014;130(6):56–61. [Budzinskaja M.V. Age-related macular degeneration. *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftalmologii*. 2014;130(6):56–61 (In Russ.)].
- Gopalakrishnan S., Velu S., Raman R. Low-vision intervention in individuals with age-related macular degeneration. *Indian J Ophthalmol*. 2020;68(5):886–889. DOI: 10.4103/ijo.IJO_1093_19
- Dandona L., Dandona R. Revision of visual impairment definitions in the international statistical classification of diseases. *BMC Med*. 2006;2006:47.
- Gopalakrishnan S., Muralidharan A., Susheel S.C., Raman R. Improvement in distance and near visual acuities using low vision devices in diabetic retinopathy. *Indian J Ophthalmol*. 2017;65:995–998. DOI: 10.4103/ijo.IJO_52_17
- Das K., Gopalakrishnan S., Dalan D., Velu S., Ratra V., Ratra D. Factors influencing the choice of low vision devices for visual rehabilitation in Stargardt disease. *Clin Exp Optom*. 2019;102:426–433. DOI: 10.1111/cxo.12867
- Altpeter E.K., Nguyen N.X. Requirements for low vision magnification aids image-related macular degeneration: data from the Tübingen low vision clinic (comparison of 2007–2011 with 1999–2005) *Ophthalmology*. 2015;122(11):923–928. DOI: 10.1007/s00347-015-0062-2

17. Roach L. 5-year results with implanted telescope. *EyeNet*. 2015;17–18.
18. Lazarou J. Implantable Telescope Lens to Treat Macular Degeneration. Available online: Johns Hopkins. www.hopkinsmedicine.org/news/media/releases/implantable-telescope_lens_to_treat_macular_degeneration_available_at_johns_hopkins. Accessed 21 March 2013.
19. Dunbar H.M.P., Dhawahir-Scala F.E. A Discussion of Commercially Available Intra-Ocular Telescopic Implants for Patients with Age-Related Macular Degeneration. *Ophthalmol Ther* 2018;7:33–48. DOI: 10.1007/s40123-018-0129-7
20. Alió J.L., Mulet E.M., Ruiz J.M., Sánchez M.J., Galal A. Intraocular telescopic lens evaluation in patients with age-related macular degeneration. *J Cataract Refract Surg*. 2004;30:1177–1189. DOI: 10.1016/j.jcrs.2003.10.038
21. Hudson H.L., Lane S.S., Heier J.S., Stulting R.D., Singerman L., Lichter P.R., Sternberg P., Chang D.F. Implantable miniature telescope for the treatment of visual acuity loss due to end-stage age-related macular degeneration: one-year results. *Ophthalmology*. 2006;113:1987–2001. DOI: 10.1016/j.ophtha.2006.07.010
22. Hudson H.L., Stulting R.D., Heier J.S., Lane S.S., Chang D.F., Singerman L.J., Bradford C.A., Leonard R.E., IMT002 Study Group. Implantable telescope for end-stage age-related macular degeneration. Long-term visual acuity and safety outcomes. *Am J Ophthalmol*. 2008;146:664–673. DOI: 10.1016/j.ajo.2008.07.003
23. Singer M.A., Amir N., Herro A., Porbandarwalla S.S., Pollard J. Improving quality of life in patients with end-stage age-related macular degeneration: focus on miniature ocular implants. *Clin Ophthalmol*. 2012;6:33–39. DOI: 10.2147/OPTH.S15028
24. Boyer D., Freund K.B., Regillo C., Levy M.H., Garg S. Long-term (60-month) results for the implantable miniature telescope: efficacy and safety outcomes stratified by age in patients with end-stage age-related macular degeneration. *Clin Ophthalmol*. 2015;9:1099–1107. DOI: 10.2147/OPTH.S86208
25. Dag M.Y., Afrashi F., Nalcaci S. The efficacy of “IOL-Vip Revolution” telescopic intraocular lens in age-related macular degeneration cases with senile cataract. *Eur J Ophthalmol*. 2019;29:615–620. DOI: 10.1177/1120672118803831
26. Savaresi G., Pierrotet C.O., Orzalesi N. The IOL-Vip® Software: guidelines for IOL-Vip® implant. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2004;45:2010.
27. Orzalesi N., Pierrotet C.O., Zenoni S., Savaresi C. The IOL-Vip System: a double intraocular lens implant for visual rehabilitation of patients with macular disease. *Ophthalmology*. 2007;114(5):860–865. DOI: 10.1016/j.ophtha.2007.01.005
28. Hengerer F.H. Sutureless telescopic IOL for patients with dry AMD. *Cataract Refract Surg Today Eur*. 2015;2:40–41. DOI: 10.3928/1081597X-20150220-03
29. Potgieter F.J., Claoue C.M. Safety and efficacy of an intraocular Fresnel prism intraocular lens in patients with advanced macular disease: initial clinical experience. *J Cataract Refract Surg*. 2014;40(7):1085–1091. DOI: 10.1016/j.jcrs.2013.10.049
30. Lipshitz I., Jacob S., Lamba M., Tiwari R., Kumar D.A., Agarwal A. Mirror telescopic intraocular lens for age-related macular degeneration: design and preliminary clinical results of the Lipshitz macular implant. *J Cataract Refract Surg*. 2008;34(1):87–94. DOI: 10.1016/j.jcrs.2007.08.031
31. Agarwal A., Lipshitz I., Jacob S., Lamba M., Tiwari R., Kumar D.A., Agarwal A. Mirror telescopic intraocular lens for age-related macular degeneration: design and preliminary clinical results of the Lipshitz macular implant. *J Cataract Refract Surg*. 2008;34(1):87–94. DOI: 10.1016/j.jcrs.2007.08.031
32. Grzybowski A., Wasinska-Borowiec W., Alio J.L. Intraocular lenses in age-related macular degeneration. *Graefes Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. 2017;255(9):1687–1696. DOI: 10.1007/s00417-017-3740-8
33. Scharioth G.B. New add-on intraocular lens for patients with age-related macular degeneration. *J Cataract Refract Surg*. 2015;41(8):1559–1563. DOI: 10.1016/j.jcrs.2015.07.018
34. Бикбов М.М., Бурханов Ю.К., Оренбуркина О.И., Бабушкин А.Э. Реабилитация пациентов с артефакцией и возрастной макулярной дегенерацией путем имплантации добавочной макулярной линзы Шариота (первый российский опыт). *Современные технологии в офтальмологии*. 2018;3:20–22. [Bikbov M.M., Burkhanov Yu.K., Orenburkina O.I., Babushkin A.E. Rehabilitation of patients with pseudofakia and age-related macular degeneration by implanting an additional Shariot macular lens (first Russian experience). Modern technology in ophthalmology = *Sovremennye tekhnologii v oftalmologii*. 2018;3:20–22 (In Russ.)]. DOI: 10.18008/1816-5095-2019-1S-7-11
35. Srinivasan S. Implantation of Scharioth macula lens in patients with age-related macular degeneration: results of a prospective European multicentre clinical trial [published correction appears in *BMJ Open Ophthalmol*. 2019 Aug 9;4(1):e000322corr1]. *BMJ Open Ophthalmol*. 2019;4(1):000322. Published 2019 Jul 7. DOI: 10.1136/bmjophth-2019-000322
36. Nielsen Niels V., Helgesen A., Muus G. Scharioth Macula Lens for AMD: Quality of Life Study. Presented at: European Society of Cataract and Refractive Surgeons meeting, Vienna, Austria, September 22–26, 2018.
37. Borkenstein A.F., Borkenstein E.M. Cataract surgery with implantation of a high-add intraocular lens LENTIS® MAX LS-313 MF80 in end-stage, age-related macular degeneration: A case report of magnifying surgery. *Clin Case Rep*. 2018;7(1):74–78. DOI: 10.1002/ccr3.1912
38. Borkenstein A.F., Borkenstein E.M. Four Years of Observation to Evaluate Autonomy and Quality of Life after Implantation of a High-Add Intraocular Lens in Age-Related Macular Degeneration Patients. *Case Rep Ophthalmol*. 2020;11(2):448–456. DOI: 10.1159/000508914
39. Qureshi M.A., Robbie S.J., Hengerer F.H. Consecutive case series of 244 age-related macular degeneration patients undergoing implantation with an extended macular vision IOL. *Eur J Ophthalmol* 2018;28:198–203. DOI: 10.5301/ejo.5001052
40. Grzybowski A., Wang J., Mao F., Wang D., Wang N. Intraocular vision-improving devices in age-related macular degeneration. *Ann Transl Med*. 2020;8(22):1549. DOI: 10.21037/atm-20-5851

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»
Юсеф Наим Юсеф
доктор медицинских наук, директор, руководитель отдела современных методов лечения в офтальмологии
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-4043-456X>

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»
Воробьева Майя Вячеславовна
кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела современных методов лечения в офтальмологии
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»
Казарян Элина Эдуардовна
доктор медицинских наук, старший научный сотрудник отдела современных методов лечения в офтальмологии
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»
Школяренко Наталья Юрьевна
кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела современных методов лечения в офтальмологии
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

ABOUT THE AUTHORS

Research Institute of Eye Diseases
Yusef Naim Yusef
MD, director, head of the Modern Treatment Methods in Ophthalmology Department
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-4043-456X>

Research Institute of Eye Diseases
Vorobyeva Mayya V.
PhD, research officer of the Modern Treatment Methods in Ophthalmology Department
Rossolimo str., 11A, B, 119021, Moscow, Russian Federation

Research Institute of Eye Diseases
Kazaryan Elina E.
MD, senior research officer of the Modern Treatment Methods in Ophthalmology Department
Rossolimo str., 11A, B, 119021, Moscow, Russian Federation

Research Institute of Eye Diseases
Shkolyarenko Natalia Yu.
PhD, senior research officer of the Modern Treatment Methods in Ophthalmology Department
Rossolimo str., 11A, B, 119021, Moscow, Russian Federation