

О возможных механизмах влияния оптических интраокулярных имплантов на характеристики нейросенсорной реабилитации и адаптации у пациентов с артификацией. Обзор литературы

Л.Ш. Рамазанова^{1,2}О.А. Напылова^{1,2}Р.З. Шамратов^{1,2}¹ «Астраханская клиническая больница»ФГБУЗ «Южный окружной медицинский центр Федерального медико-биологического агентства»
ул. Анатолия Сергеева, 13, 414000, Астрахань, Российская Федерация² ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет»Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Бакинская, 121, Астрахань, 414000, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2021;18(1):30–35

В обзоре проведен анализ возможных механизмов влияния конструктивных особенностей и оптических характеристик монофокальных интраокулярных линз (ИОЛ) на характеристики нейросенсорной адаптации и зрительной реабилитации у пациентов после фактоэмульсификации катаракты. Было выполнено библиографическое исследование научных публикаций в следующих базах данных: Medline, Pubmed, Cochrane, eLibrary. Языки публикаций: русский и английский. В литературном обзоре отражены данные исследований о физико-химических свойствах, оптической поверхности и цвете фильтра ИОЛ, показателях пространственной контрастной чувствительности и абберациях волнового фронта. Анализ отечественной и зарубежной литературы продемонстрировал отсутствие системного подхода в изучении нейросенсорной адаптации у пациентов после имплантации монофокальных ИОЛ, который позволил бы обоснованно разработать требования к качественным и конструктивным характеристикам в производстве интраокулярных линз для улучшения количественных и качественных показателей их зрительных функций с целью уменьшения сроков реабилитации и улучшения показателей качества жизни у пациентов с артификацией. В то же время очевидна потребность в проведении исследований по влиянию конструктивных и качественных характеристик оптических интраокулярных имплантов на субъективное «качество зрения» пациентов с артификацией, что является в итоге целевым показателем хирургии катаракты на современном этапе. Также нуждаются в изучении и уточнении ключевые механизмы нейросенсорной реабилитации и адаптации пациентов, перенесших операцию по поводу катаракты, с целью разработки рекомендаций при производстве интраокулярных имплантов.

Ключевые слова: интраокулярная линза, нейросенсорная адаптация, зрительная реабилитация, фактоэмульсификация катаракты

Для цитирования: Рамазанова Л.Ш., Напылова О.А., Шамратов Р.З. О возможных механизмах влияния оптических интраокулярных имплантов на характеристики нейросенсорной реабилитации и адаптации у пациентов с артификацией. Обзор литературы. *Офтальмология*. 2021;18(1):30–35. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2021-1-30-35>

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

Конфликт интересов отсутствует

About the Possible Mechanisms of the Influence of Optical Intraocular Implants on the Characteristics of Neurosensory Rehabilitation and Adaptation in Patients with Pseudophakia. Literature Review

L.Sh. Ramazanova^{1,2}, O.A. Napylova^{1,2}, R.Z. Shamratov^{1,2}

¹ Astrakhan Clinical Hospital

Anatoly Sergeev str., 13, Astrakhan, 414000, Russian Federation

² Astrakhan State Medical University

Bakinskaya str., 121, Astrakhan, 414000, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2021;18(1):30–35

This literature review analyzed the possible mechanisms of the influence of the design features and optical characteristics of monofocal intraocular lenses (IOLs) on the characteristics of sensorineural adaptation and visual rehabilitation in patients after cataract phacoemulsification. Bibliographic research of scientific publications was carried out in the following databases: Medline, Pubmed, Cochrane, eLibrary. Languages of publications: Russian and English. The literature review reflects research data on the physicochemical properties, optical surface and color of the IOL filter, spatial contrast sensitivity and wavefront aberrations. Analysis of domestic and foreign literature has demonstrated the absence of a systematic approach to the study of sensorineural adaptation in patients after implantation of monofocal IOLs, which would make it possible to reasonably develop requirements for qualitative and constructive characteristics in the production of intraocular lenses to improve the quantitative and qualitative indicators of their visual functions in order to reduce the terms of rehabilitation and improvement of quality of life indicators in patients with pseudophakia. At the same time, there is an obvious need for research on the influence of the design and quality characteristics of optical intraocular implants on the subjective "quality of vision" of patients with pseudophakia, which is, ultimately, the target indicator of cataract surgery at the present stage. Also, the key mechanisms of neurosensory rehabilitation and adaptation of patients who underwent cataract surgery need to be studied and clarified in order to develop recommendations for the production of intraocular implants.

Keywords: intraocular lens, sensorineural adaptation, visual rehabilitation, cataract phacoemulsification

For citation: Ramazanova L.Sh., Napylova O.A., Shamratov R.Z. About the Possible Mechanisms of the Influence of Optical Intraocular Implants on the Characteristics of Neurosensory Rehabilitation and Adaptation in Patients with Pseudophakia. Literature Review. *Ophthalmology in Russia*. 2021;18(1):30–35. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2021-1-30-35>

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

There is no conflict of interests

Катаракта является самой частой причиной в мире, вызывающей слабовидение и слепоту, к счастью, обратимую. У больных при этом заболевании снижаются все зрительные функции: центральное, периферическое и бинокулярное зрение, глубинное восприятие и контрастная чувствительность, цветовосприятие, адаптация и скорость обработки зрительной информации. Все это вызывает значительное снижение качества жизни человека, всех видов его активной деятельности [1]. В своей работе R. Finger, D. Kupitz и соавт. подтвердили взаимосвязь нарушения зрительных функций и снижение качества жизни у 273 пациентов с катарактой [2].

В доступных источниках информации нам удалось найти ряд работ, посвященных взаимосвязи некоторых качественных и конструктивных особенностей интраокулярных имплантов и удовлетворенности результатами хирургического вмешательства по поводу катаракты.

Ультразвуковая факоэмульсификация (ФЭК) катаракты с имплантацией эластичной интраокулярной линзы (ИОЛ) является «золотым стандартом» лечения катаракты, что обеспечивает малую травматичность, отсутствие необходимости наложения швов, уменьшение степени индуцированного астигматизма, сокращение сроков реабилитации [3]. E. Lamoureux и соавт. отметили, что повы-

шение остроты зрения после операции по поводу удаления катаракты приводит к значительному улучшению эмоциональных и социальных аспектов жизни у пациентов [4, 5]. Однако M. Fraser и соавт., проводя оценку изменений качества жизни, связанных со снижением зрения при катаракте, а также анализ симптомов депрессии после первой операции по удалению катаракты, пришли к выводу, что именно контрастная чувствительность и стереопсис, а не острота зрения, были главными факторами, влияющими на улучшение качества жизни и снижение уровня депрессии после первой операции по удалению катаракты [6].

Современные пациенты ожидают после операции ФЭК значительного улучшения зрительных функций и нередко предъявляют особые требования к качеству зрения. Все чаще в специализированной литературе встречается термин «функциональное зрение», который описывает влияние зрения на качество жизни пациента. Некоторые исследователи включают сюда возможность обеспечения после операции высокой остроты зрения без коррекции не только вдаль, но также и на ближнем и промежуточном расстоянии, другие особое внимание уделяют показателям пространственной контрастной чувствительности (ПКЧ), в то время как третьи фокусируют внимание на данных аббераций высших порядков [7, 8].

По утверждению таких авторов, как Б.Э. Малюгин, А.В. Терещенко и др., «функциональное зрение» возможно обеспечить при имплантации интраокулярных линз, изготовленных с высочайшей точностью из кристаллических материалов с высокой прозрачностью и прецизионным качеством обработки оптических поверхностей [9]. Термин «функциональное зрение» коррелирует с термином «нейросенсорная адаптация», которая, по мнению некоторых авторов, является важным элементом существования человека, влияющим на когнитивные, поведенческие, эмоциональные функции, пространственную ориентацию [10–12].

ОПТИЧЕСКАЯ ПОВЕРХНОСТЬ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИОЛ

Часть научных работ посвящена оценке качества оптической поверхности и физико-химических свойств интраокулярных линз как важных показателей, влияющих на уровень нейросенсорной адаптации пациентов в послеоперационном периоде.

Так, Gyeong Bok Jung и соавт. [13] изучали физико-химические и поверхностные свойства четырех акриловых монофокальных ИОЛ с использованием определения статического угла контакта с водой, атомно-силовой микроскопии (АСМ), спектроскопии комбинационного рассеяния света и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК). Их исследования показали, что гидрофобная оптика акриловых ИОЛ с высоким углом контакта может уменьшать клеточную адгезию.

В этом исследовании ДСК была использована для изучения температуры стеклования различных акриловых интраокулярных линз. Температура стеклования (Tg) — температура, при которой аморфный материал переходит из твердого стекловидного состояния в мягкое состояние [14]. Это особенно важно в случае ИОЛ, так как именно Tg определяет их способность складываться при имплантации в процессе выполнения операции. Гидрофобные ИОЛ демонстрировали температуру стеклования при комнатной температуре, необходимой для оптимального развертывания во время хирургии катаракты [13].

Рамановская спектроскопия позволяет получать детальные сведения о химическом составе и молекулярной структуре биоматериала интраокулярных линз [14]. Несмотря на то что основным материалом является акрил, каждая ИОЛ имеет разную молекулярную структуру из-за особенностей процесса изготовления и вариантов химического состава мономеров и добавок [15]. Это позволяет сделать вывод о том, что рамановская спектроскопия может быть перспективным методом изучения молекулярных характеристик при выборе ответственного материала ИОЛ перед операцией.

G. Rusciano и соавт. применили рамановскую спектроскопию для анализа степени выраженности глистенинга после имплантации двух типов акриловых гидрофобных интраокулярных линз с содержанием воды 1,1

и 2,9 % соответственно. Как известно, глистенинг — это накопление воды в материале линзы в виде крупных вакуолей, что вызывает изменение показателя преломления в различных зонах линзы и приводит к ухудшению качества изображения на сетчатке. Поскольку зрение обеспечивается не только оптическими, но и нейронными функциями, влияние глистенинга на зрение остается предметом дискуссий. Результат анализа показал, что в акриловых ИОЛ с содержанием влаги 1,1 % признаки глистенинга были очевидными, в то время как акриловые ИОЛ с содержанием воды 2,9 % демонстрировали нулевую степень глистенинга по классификации Miyata. Авторы отметили, что благодаря хорошо сбалансированному сочетанию гидрофобных и гидрофильных полимеров в условиях промышленного производства эффект глистенинга ИОЛ может быть устранен [16–19].

Shigeo Yaguchi и соавт., изучая феномен поверхностного рассеяния методом денситометрии в полиакриловых гидрофобных интраокулярных линзах, которые применялись для имплантации в 1990-е годы, пришли к выводу, что основной причиной возникновения данного феномена являются структурные изменения внутреннего полимера. Эволюция материалов, используемых для производства ИОЛ, продолжается до настоящего времени, необходимо разрабатывать и использовать в промышленном производстве материалы высокого качества, которые не будут подвержены структурным изменениям [20].

Prinz и соавт. [21], Yamakawa и соавт. [22] показали, что качество оптической поверхности ИОЛ напрямую зависит от величины шероховатости. Под шероховатостью подразумевают числовую характеристику величины микронеровностей реальной оптической поверхности, определяющую ее отклонение от идеально гладкой поверхности. Б.Э. Малюгин и соавт. выявили прямую корреляционную зависимость между показателями разрешающей способности ИОЛ и показателями качества оптической поверхности. При этом чем выше качество оптической поверхности, тем выше показатели разрешающей способности [9].

ПРОСТРАНСТВЕННО-КОНТРАСТНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ

Одной из важных составляющих в оценке зрительных функций является исследование пространственно-контрастной чувствительности (ПКЧ), зависящей от дизайна оптики ИОЛ. ПКЧ — метод изучения функционального зрения, дающий большее представление о состоянии зрительного анализатора, чем стандартная визометрия, проводимая по таблицам Головина — Сивцева, которые имеют максимальную контрастность изображения и неодинаковое количество знаков в ряду. В настоящее время определение контрастной чувствительности применяется для тонкой диагностики нарушения функционального зрения при глазных и черепно-мозговых травмах, патологии сетчатки, зрительного нерва, заболеваниях переднего отрезка глаза [23]. Ряд

авторов указывают на возможность проведения исследования контрастной чувствительности как рутинного послеоперационного метода исследования наряду с проверкой остроты зрения [24].

Исследование контрастной чувствительности в разных условиях освещенности дает более четкое представление о трехмерном зрении и более тонких изменениях его качества. Ряд исследователей отмечает, что наличие имплантированной асферической линзы приводит к меньшему количеству сферических aberrаций и, как следствие, улучшению послеоперационной контрастной чувствительности. Так, Trueb и соавт., сравнивая остроту зрения и пространственно-контрастную чувствительность у пациентов после имплантации монофокальных асферических и сферических ИОЛ, пришли к выводу, что имплантированная асферическая ИОЛ обеспечивает лучшую фотопическую и мезопическую ПКЧ на средних и высоких пространственных частотах, чем сферическая ИОЛ [25]. Кроме того, в систематическом обзоре с метаанализом Schuster и соавт. показали, что данные ПКЧ лучше у пациентов с асферическими ИОЛ по сравнению со сферическими, особенно при слабом освещении [26].

Vivekanand и соавт. изучали разницу показателей пространственно-контрастной чувствительности у пациентов с асферической артифакцией и в эметропических глазах соответствующего возраста. Исследование показало, что параметры контрастной чувствительности были значительно лучше в глазах возрастных эметропов по сравнению с тем, что имело место после имплантации асферических ИОЛ [27]. Это еще раз доказывает необходимость учета всех аспектов зрительных функций, в том числе ПКЧ, в особенности при планировании экстракции прозрачного хрусталика с рефракционной целью.

D. Calladine и соавт. в литературном обзоре оценили результаты 16 рандомизированных исследований, в которые были включены 1608 пациентов после имплантации мультифокальных и монофокальных ИОЛ различных моделей и фирм производителей. Авторы пришли к выводу: несмотря на то что мультифокальные ИОЛ, в отличие от монофокальных, обеспечивают высокую остроту зрения на разных расстояниях и позволяют полностью избавиться от очковой коррекции в послеоперационном периоде, отмечается снижение уровня контрастной чувствительности, субъективных параметров качества зрения и других показателей нейроадаптации ИОЛ [28].

Ряд авторов, такие как Altemir-Gomez и соавт. [29], Ö.G. Akkuş и I.S. Petriçli [30], сделали аналогичные выводы.

ФИЛЬТРЫ В ИНТРАОКУЛЯРНЫХ ЛИНЗАХ

Bhattacharjee и соавт. проводили исследование, в котором сравнивали пространственно-контрастную чувствительность (ПКЧ) у эметропов и пациентов после имплантации асферических ИОЛ, содержащих поглощающий синий свет хромофор. Они обнаружили,

что показатели ПКЧ у пациентов после имплантации асферических ИОЛ, содержащих хромофор, ближе всего к показателям эметропических глаз [31]. A. Díez-Ajenjo и соавт. также изучали влияние цвета фильтра интраокулярных линз на качество оптической системы и показатели зрительных функций после операции. Так, по их данным имплантация ИОЛ с синим фильтром приводит к снижению контрастной чувствительности в скотопических условиях, в то время как ИОЛ с фильтрами желтоватого оттенка не вызывают существенного изменения контрастной чувствительности при разных условиях освещения после операции [32].

N.A. Mainster изучал фототоксичность синего цвета и показатели зрительных функций пациентов с артифакцией, сравнивая ИОЛ с хромофорами и прозрачными УФ-блокирующими ИОЛ. Автор пришел к выводу: несмотря на то что синие-блокирующие ИОЛ обуславливают лучшее световосприятие, чем мутный хрусталик, они не обеспечивают оптимальное световосприятие, как прозрачные УФ-блокирующие ИОЛ [33–36].

АБЕРРАЦИИ ВОЛНОВОГО ФРОНТА

В научной литературе существует много работ, посвященных исследованию aberrаций в артифакционном глазу. Так, F. Caporossi, G. Martone, F. Casprini провели проспективное рандомизированное исследование клинической эффективности трех асферических и двух сферических интраокулярных линз на 250 глазах. Результаты были оценены через 2 месяца после операции. Асферические ИОЛ имели меньше aberrаций волнового фронта, также отмечалось повышение контрастной чувствительности пациентов как в фотопических, так и в мезопических условиях, по сравнению со сферическими ИОЛ. Авторы сделали вывод, что при улучшении качества оптических поверхностей ИОЛ можно получать качественные зрительные функции [37, 38].

K. Pesudovs и H. Dietze сравнили воздействие волнового фронта с помощью aberрометра Гартмана — Шака *in vivo* между двумя монофокальными ИОЛ, изготовленными из полиметилметакрилата (ПММА) и акрилового материала. Авторы пришли к выводу, что ИОЛ, изготовленная из ПММА, вызывает больше aberrаций, особенно сферических, чем ИОЛ, изготовленная из акрила. К такому же выводу пришли в своей работе H.P. Iseli и M. Bueeler [39].

Исследуя 62 глаза, прооперированных по поводу несложной катаракты, G. Yoon и J. Porter установили, что заявленная для исследования гидрофобная асферическая ИОЛ обладала большей степенью aberrаций высокого порядка, что напрямую отразилось на качестве ретинального изображения. По их мнению, это связано с диоптрийной силой ИОЛ и качеством обработки ее поверхности. Чем выше диоптрийная сила, тем выше степень оптических aberrаций. Статистически значимых различий по передаточной функции модуляции и по соотношению числа Штреля выявлено не было [40].

Сравнительное исследование С. Рохарта и соавт. по aberromетрии после имплантации асферических гидрофобных и гидрофильных акриловых ИОЛ при фактоэмульсификации катаракты выявило незначительную разницу в показателях aberраций высокого порядка и их влияние на качество ретинального изображения между двумя группами исследуемых [41]. Группа авторов: Y.I. Nochez, S.S. Majzoub, P.J. Pisella — выявила, что асферические ИОЛ с более высокими значениями функции передачи модуляции (MTF) объективно улучшали качество зрения [42, 43].

М.А. Nanavaty, J.S. Spalton, J. Boys и S. Саа провели проспективное рандомизированное исследование по анализу aberраций волнового фронта, глубины резкости и контрастной чувствительности с асферическими и сферическими интраокулярными линзами. В исследование вошли более 100 человек с неосложненной катарактой, срок наблюдения составил от 3 до 6 месяцев. В результате исследования было установлено, что асферические ИОЛ значительно снижали сферическую aberрацию, улучшая мезопическую контрастную чувствительность. Вертикальная кома была уменьшена асферическими ИОЛ [44].

Б.Э. Малюгин и соавт. провели исследование данных aberromетрии у пациентов со сферической, асферической и аккомодирующей моделью ИОЛ. Были установлены существенные различия между группами как по aberрациям высших порядков, так и по отдельным видам aberраций. В частности, тотальные сферические aberрации были достоверно меньше в группе с асферическими ИОЛ. Тотальная кома имела большие значения в группах аккомодирующей и сферической ИОЛ. Более детальный анализ комы показал, что вертикальная кома была достоверно менее выражена в группе с асферическими ИОЛ. Значения горизонтальной комы между группами не отличались [5].

Работа А. Denoyer и M.L. Le Lez была посвящена изучению качества зрения у 80 пациентов после операции по поводу катаракты с имплантацией безaberрационной монофокусной ИОЛ. Авторы пришли к выводу, что асферический дизайн линзы, уменьшая aberрации

высокого порядка, снижает глубину фокуса, что многие пациенты оценили как «неудовлетворенность» [45].

В то же время С. Ю. Анисимова, Л. В. Загребельная в исследовании по оценке качества оптической системы глаза и качества зрения после имплантации безaberрационных ИОЛ пришли к противоположному выводу, а именно, что имплантация безaberрационных ИОЛ обеспечивает высокое качество оптической системы глаза и качество зрения, низкий уровень aberраций высокого порядка, а также высокую субъективную удовлетворенность пациентов, что часто зависит не от остроты зрения, а от индуцированных искажений, вызванных новыми aberрациями [46].

Анализ отечественной и зарубежной литературы продемонстрировал отсутствие системного подхода в изучении нейросенсорной адаптации у пациентов после имплантации монофокальных ИОЛ, который позволил бы обоснованно разработать требования к качественным и конструктивным характеристикам в производстве интраокулярных линз для улучшения количественных и качественных показателей их зрительных функций с целью уменьшения сроков реабилитации и улучшения показателей качества жизни у пациентов с артификацией.

В то же время очевидна потребность в проведении исследований по влиянию конструктивных и качественных характеристик оптических интраокулярных имплантов на субъективное «качество зрения» пациентов с артификацией, что является в итоге целевым показателем хирургии катаракты на современном этапе. Также нуждаются в изучении и уточнении ключевые механизмы нейросенсорной реабилитации и адаптации пациентов, перенесших операцию по поводу катаракты, с целью разработки рекомендаций при производстве интраокулярных имплантов.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Рамазанова Л.Ш. — научное руководство, консультирование и редактирование, окончательное одобрение варианта статьи для опубликования;
Напылова О.А. — сбор материала, написание текста;
Шамратов Р.З. — сбор материала, написание текста.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Малов В.М., Ерошевская Е.Б., Малов И.В. Феномен псевдоаккомодации при двусторонней артификации. *Современные проблемы науки и образования*. 2017;11(77):163–165. [Malov V.M., Eroshchinskaya E.B., Malov I.V. Pseudo-adaptation in patients with bilateral pseudophakia. *Modern problems of science and education = Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2017;11(77):163–165 (In Russ.)]. DOI: 10.23670/IRJ.2018.77.11.031
- Finger R, Kupitz D, Holz F, Balasubramaniam B, Ramani R, Lamoureux E, Fenwick E. The impact of the severity of vision loss on vision-related quality of life in India: an evaluation of the IND-VFQ-33. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011;52(9):6081–6088. DOI: 10.1167/iovs.11-7388
- Малюгин Б.Э., Коккин С.А., Пожарицкая Е.М. Сравнительная оценка клинико-функциональных результатов и субъективной удовлетворенности у пациентов с различной степенью анизометропии. *Бюллетень СО РАН*. 2014; 34(3):67–71. [Malyugin B.E., Kokin S.A., Pozharitskaya E.M. Comparative evaluation of clinical and functional outcomes and subjective satisfaction in patients with various degrees of anisometropia. *SORAN Bulletin*. 2014;34(3):67–71 (In Russ.)].
- Lamoureux E, Fenwick E, Pesudovs K, Tan D. The impact of cataract surgery on quality of life. *Curr Opin Ophthalmol*. 2011;22(1):19–27. DOI: 10.1097/ICU.0b013e3283414284
- Lamoureux E, Hooper C, Lim L, Pallant J, Hunt N, Keeffe J, Guymer R. Impact of Cataract Surgery on Quality of Life in Patients with Early Age-Related Macular Degeneration. *Optom Vis Sci*. 2007;84(8):683–688. DOI: 10.1097/OPX.0b013e328182755f
- Fraser M, Meuleners L, Lee A, Ng JQ, Morlet N. Vision, quality of life and depressive symptoms after first eye cataract surgery. *Psychogeriatrics*. 2013;13(4):237–243.
- Малюгин Б.Э., Исаев М.А., Головин А.В., Албакова Х.М. Сравнительная характеристика зрительных функций и данных aberromетрии у пациентов со сферической, асферической и аккомодирующей моделями ИОЛ. *Офтальмохирургия*. 2012;1:46–49. [Malyugin B.E., Isaev M.A., Golovin A.V., Albakova H.M. Comparative characteristics of visual functions and aberrometry data in patients with spherical, aspherical and accommodating IOL models. *Ophthalmic Surgery = Oftalmokhirurgiya*. 2012;1:46–49 (In Russ.)].
- Montés-Micó R, Ferrer-Blasco T, Cerviño A. Analysis of the Possible Benefits of Aspheric Intraocular Lenses: Review of the Literature. *Cataract Refract Surg*. 2009;35(1):172–181. DOI: 10.1016/j.jcrs.2008.09.017
- Малюгин Б.Э., Терещенко А.В., Белый Ю.А., Демьяненко С.К. Изучение зависимости разрешающей способности ИОЛ от качества обработки ее оптической поверхности. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2011;1(124):36–38. [Malyugin B.E., Tereshchenko A.V., Bely Yu.A., Demyanchenko S.K. Studying the dependence of the resolution of the IOL on the quality of processing of its optical surface. *Kuban Scientific Medical Bulletin = Kubanskiy nauchnyy medicinskiy vestnik*. 2011;1(124):36–38 (In Russ.)].
- Бойко Э.В., Винницкий Д.А. Сравнение зрительной реабилитации с применением трифокальных и бифокальных интраокулярных линз (обзор литературы). *Офтальмохирургия*. 2018;2:67–74. [Boiko E.V., Vinnitskiy D.A. Rehabilitation of patients after implantation of bifocal and trifocal intraocular lens. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2018;2:67–74 (In Russ.)]. DOI: 10.25276/0235-4160-2018-2-67-74
- Kershner R.M. Neuroadaptation and premium IOLs: What does the brain think. *Ophthalmology Management*. 2011;15(12):51–54.

Л.Ш. Рамазанова, О.А. Напылова, Р.З. Шамратов

Контактная информация: Напылова Ольга Александровна napylovaolga@mail.ru

12. Rosa A.M., Miranda A., Costa J.F., et al. Functional magnetic resonance imaging as an innovative tool to assess neuroadaptation after cataract surgery. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2016;57(12):22–28.
13. Bok Jung G., Kyung-Hyun J., Hun-Kuk P. Physicochemical and surface properties of acrylic intraocular lenses and their clinical significance. *J Pharma Invest.* 2017;47(5):453–460.
14. Moynihan C., Eastel A., Wilder J., Tucker J. Dependence of the glass transition temperature on heating and cooling rate. *Journal of Physical Chemistry.* 1974;78(26):2673–2677. DOI: 10.1021/j100619a008
15. Shipp D.W., Sinjab F., Notingham I. Ramanspectroscopy: techniques and applications in the life sciences. *Adv. Opt. Photonics.* 2017; 9(2):315–428.
16. Tripti, D., Haldar R.S., Geetha S., Niyogi K., Khandal R.K. Materials for intraocular lenses(IOLs): Review of developments to achieve biocompatibility. *E-Polymers.* 2009;9(1):124–128.
17. Rusciano G., Capaccio A., Pesce G., Sasso A. Experimental study of the mechanisms leading to the formation of glistenings in intraocular lenses by Raman spectroscopy. *Biomed Opt Express.* 2019;10(4):1870–1881. DOI:10.1364/BOE.10.001870
18. Gregori N.Z., Spencer T.S., Mamalis N., Olson R.J. In vitro comparison of glistening formation among hydrophobic acrylic intraocular lenses. *J. Cataract Refract. Surg.* 2002;28(7):1262–1268.
19. Waite A., Faulkner N., Olson R.J. Glistening in the single-piece, hydrophobic, acrylic intraocular lenses. *Am. J. Ophthalmol.* 2007;144(1):143–144.
20. Nishihara H., Yaguchi S., Onishi T., Chida M., Ayaki M. Surface scattering in implanted hydrophobic intraocular lenses. *J. Cataract Refract. Surg.* 2003;29(7):1385–1388. DOI: 10.1016/s0886-3350(02)01994-6
21. Prinz A., Neumayer T., Buehl W., Vock L., Menapace R., Findl O., Geor-Gopoulos M. Rotational stability and posterior capsule opacification of a plate-haptic and an open-loop-haptic intraocular lens. *J. Cataract Refract. Surg.* 2011;37:251–257.
22. Yamakawa N., Tanaka T., Shigeta M., Hamano M., Usui M. Surface roughness of intraocular lenses and inflammatory cell adhesion to lens surface. *J. Cataract Refract Surg.* 2003;29(2):367–370.
23. Тахтаев Ю.В., Богачук Е.Г. Контрастная чувствительность при сферических дефокусировках различных степеней у пациентов с монофокальной и мультифокальной артифакцией. *Офтальмологические ведомости.* 2015;8(3):5–12. [Takhayev Yu.V., Bogachuk E.G. Contrast sensitivity with spherical defocusing of various degrees in patients with monofocal and multifocal pseudophakia. *Ophthalmological statements = Oftalmologicheskiye vedomosti.* 2015;8(3):5–12 (In Russ.)].
24. Schmitz S., Dick H.B., Krummenauer F., et al. Contrast sensitivity and glare disability by halogen light after monofocal and multifocal lens implantation. *Br J Ophthalmol.* 2000;84:1109–1112. DOI: 10.1136/bjo. 84.10.1109
25. Trueb P.R., Albach C., Montés-Micó R., Ferrer-Blasco T. Visual acuity and contrast sensitivity in eyes implanted with aspheric and spherical intraocular lenses. *Ophthalmology.* 2009;116:890–895.
26. Schuster A.K., Tesarz J., Vossmerbaeumer U. The impact on vision of aspheric to spherical monofocal intraocular lenses in cataract surgery: A systematic review with meta-analysis. *Ophthalmology.* 2013;120:2166–2175.
27. Vivekanand U., Kamath Y.S. A comparison of the contrast sensitivity function between age-matched phakic emmetropes and pseudophakic individuals with aspheric intraocular lenses. *Taiwan Journal of Ophthalmology.* 2019;9(1):33–36.
28. Calladine D., Evans J.R., Shah S., Leyland M. Multifocal versus monofocal intraocular lenses after cataract extraction. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;9:31–39.
29. Altemir-Gomez I., Millan M.S., Vega F., Bartol-Puyal F., Gimenez-Calvo G. Comparison of visual and optical quality of monofocal versus multifocal intraocular lenses. *European Journal of Ophthalmology.* 2020;30(2):299–306. DOI: 10.1177/1120672119827858
30. Akkuş Ö.G., Petriçli İ.S. Comparison of visual outcomes and reading performance after bilateral implantation of multifocal intraocular lenses with bilateral monofocal intraocular lenses. *International Ophthalmology.* 2018;38(3):1011–1019.
31. Bhattacharjee H., Bhattacharjee K., Medhi J. Visual performance: Comparison of foldable intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2006;32:451–455.
32. Diez-Ajenjo A., Garcia-Domene C., Peris-Martinez C., Artigas J., Felipe A. Effect of the color of the intraocular lens on optical and visual quality. *Indian J Ophthalmol.* 2014;62(11):1064–1068.
33. Mainster M. A. Spectral transmittance of intraocular lenses and retinal damage from intense light sources. *Am. J. Ophthalmol.* 1978; 85:167–170.
34. Mainster M. A. Solar retinitis, photic maculopathy and the pseudophakic Eye. *J. Am. Intraocul. Implant. Soc.* 1978;4:84–86.
35. Mainster M. A. The spectra, classification, and rationale of ultraviolet-protective intraocular lenses. *Am. J. Ophthalmol.* 1986;102:727–732.
36. Mainster M. A. Intraocular lenses should block UV radiation and violet but not blue light. *Arch. Ophthalmol.* 2005; 123: 550–555.
37. Caporossi F., Martone G., Casprini F. Prospective Randomized Study of Clinical Performance of 3 Aspheric and 2 Spherical Intraocular Lenses in 250 Eyes. *J Refract Surg.* 2007;23(7):639–648.
38. Pesudovs K., Dietze H., Owen G., Bruce A., Noble Michael J., Cox J. Effect of cataract surgery incision location and intraocular lens type on ocular aberrations. *Cataract Refract Surg.* 2005;31(4):725–734. DOI: 10.1016/j.jcrs.2004.09.028
39. Iseli H.P., Jankov M., Bueeler M., Wimmersberger Y., Seiler T., Mrochen M. Corneal and Total Wavefront Aberrations in Phakic and Pseudophakic Eyes After Implantation of Monofocal Foldable Intraocular Lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2006;32(5):762–771. DOI: 10.1016/j.jcrs.2005.10.032
40. Padmanabhan P., Yoon G., Porter J., Rao S.K., Roy J., Choudhury M. Wavefront Aberrations in Eyes With Acrysof Monofocal Intraocular Lenses. *J Refract Surg.* 2006;22(3):237–242.
41. Rohart C., Lemarinel B., Thanh H.X., Gatineau D. Ocular aberrations after cataract surgery with hydrophobic and hydrophilic acrylic intraocular lenses: comparative study. *J Cataract Refract Surg.* 2006;32:1201–1205. DOI: 10.1016/j.jcrs.2006.01.099
42. Nochez Y., Majzoub S., Pisella P.J. Effect of residual ocular spherical aberration on objective and subjective quality of vision in pseudophakic eyes. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37(6):1076–1081. DOI: 10.1016/j.jcrs.2010.12.056
43. Nochez Y., Majzoub S., Pisella P.J. Effect of interaction of macroaberrations and scattered light on objective quality of vision in pseudophakic eyes with aspheric monofocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2012;38(4):633–640. DOI: 10.1016/j.jcrs.2011.11.030
44. Mayank A., Nanavaty I., Spalton D.J., Boyce J., Saha Sh., Marshall J. Wavefront Aberrations, Depth of Focus, and Contrast Sensitivity With Aspheric and Spherical Intraocular Lenses: Fellow-Eye Study. *J Cataract Refract Surg.* 2009;35(4):663–671. DOI: 10.1016/j.jcrs.2008.12.011
45. Denoyer A., Le Lez M.-L., Majzoub S., Pisella P.-J. Quality of Vision After Cataract Surgery After Tecnis Z9000 Intraocular Lens Implantation: Effect of Contrast Sensitivity and Wavefront Aberration Improvements on the Quality of Daily Vision. *J Cataract Refract Surg.* 2007;33(2):210–6. DOI: 10.1016/j.jcrs.2006.10.035.
46. Анисимова С.Ю., Загребельная Л.В. Качество оптической системы глаза и качество зрения после имплантации безабберационных ИОЛ. *Современные технологии в офтальмологии.* 2018;5:15–17. [Anisimova S.Yu., Zagrebelynaya L.V. The quality of the optical system of the eye and the quality of vision after implantation of non-aberrational IOLs. Modern technologies in ophthalmology = *Sovremennye tehnologii v oftalmologii.* 2018;5:15–17 (In Russ.)]. DOI: 10.25276/2312-4911-2018-5-15-16

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

«Астраханская клиническая больница» ФГБУЗ «Южный окружной медицинский центр Федерального медико-биологического агентства»
 ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
 Рамазанова Лия Шамильевна
 доктор медицинских наук, заведующая офтальмологическим центром хирургического отделения; профессор кафедры оториноларингологии и офтальмологии
 ул. А. Сергеева, 13, Астрахань, 414000, Российская Федерация
 ул. Бакинская, 121, Астрахань, 414000, Российская Федерация

«Астраханская клиническая больница» ФГБУЗ «Южный окружной медицинский центр Федерального медико-биологического агентства»
 ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
 Насылова Ольга Александровна
 врач-офтальмолог офтальмологического центра хирургического отделения; ассистент кафедры оториноларингологии и офтальмологии
 ул. А. Сергеева, 13, Астрахань, 414000, Российская Федерация
 ул. Бакинская, 121, Астрахань, 414000, Российская Федерация

«Астраханская клиническая больница» ФГБУЗ «Южный окружной медицинский центр Федерального медико-биологического агентства»
 ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
 Шамратов Рахим Зерифханович
 врач-офтальмолог офтальмологического центра хирургического отделения; ассистент кафедры оториноларингологии и офтальмологии
 ул. А. Сергеева, 13, Астрахань, 414000, Российская Федерация
 ул. Бакинская, 121, Астрахань, 414000, Российская Федерация

ABOUT THE AUTHORS

Astrakhan Clinical Hospital
 Astrakhan State Medical University
 Ramazanova Lia Sh.
 MD, head of the Ophthalmological center; Professor of the Otorhinolaryngology and ophthalmology department
 Anatoly Sergeev str., 13, Astrakhan, 414000, Russian Federation
 Bakinskaya str., 121, Astrakhan, 414000, Russian Federation

Astrakhan Clinical Hospital
 Astrakhan State Medical University
 Nasylova Olga A.
 ophthalmologist of the Ophthalmological center; assistant of the Otorhinolaryngology and ophthalmology department
 Anatoly Sergeev str., 13, Astrakhan, 414000, Russian Federation
 Bakinskaya str., 121, Astrakhan, 414000, Russian Federation

Astrakhan Clinical Hospital
 Astrakhan State Medical University
 Shamratov Rakhim Z.
 ophthalmologist of the Ophthalmological center; assistant of the Otorhinolaryngology and ophthalmology department
 Anatoly Sergeev str., 13, Astrakhan, 414000, Russian Federation
 Bakinskaya str., 121, Astrakhan, 414000, Russian Federation

L.Sh. Ramazanova, O.A. Nasylova, R.Z. Shamratov

Contact information: Nasylova Olga A. nasylovaolga@mail.ru

About the Possible Mechanisms of the Influence of Optical Intraocular Implants on the Characteristics...