

УДК 617.741-004.1-085.837.3-089.843(048.8)

Некоторые проблемы и перспективы развития интраокулярной коррекции афакии при факоэмульсификации катаракты

Д. Г. Жабоедов, канд. мед. наук

Национальный медицинский университет им. А. А. Богомольца, Киев (Украина)

В обзоре проведено анализ данных научовой литературы з питань інтраокулярної корекції афакії. Позначено успіхи, досягнення і помилки дослідників на всіх етапах розвитку хірургії катаракти, де поряд із впровадженням нових методик самої операції проводився пошук і розробка нових моделей інтраокулярної лінзи, основні вимоги до якої були визначені С. М. Федоровим. Важливими властивостями ідеального кристаліка вважаються біосумісність, біостійкість, ідеальна прозорість, певні межі коефіцієнту заломлення, легкість у волозі передньої камери, еластичність із збереженням пам'яті форми, без генерації оптичних аберацій, забезпечення поряд з високою гостротою зору, якісної контрастності, збереженням відчуття кольору, доброго бачення деталей предметів на різній відстані від ока при різній освітленості і т. д., що максимально наближає ідеальну ІОЛ до природного кристаліка здорового молодого ока. Розглянуто основні типи моделей ІОЛ, які імплантуються в наш час, їх переваги і недоліки, властивості і конструктивні особливості, серед яких досить перспективними оцінюються лінзи з акомодуючим ефектом, торичні, асферичні і мультифокальні ІОЛ, лінзи з властивостями просвітленої оптики і необхідним хроматичним компонентом, простим і стійким закріпленням в задній камері. Таким чином, ці напрямки ґрунтуються на принципах біоніки, тому запозичення способів вдосконалення методів інтраокулярної корекції у природи виглядає перспективним, оскільки еволюційна природа має вічність, а дослідники лімітовані в часі.

Ключевые слова: катаракта, интраокулярная коррекция, проблемы и перспективы, принципы бионики.

Ключові слова: катаракта, интраокулярна корекція, проблеми і перспективи, принципи біоніки.

Some problems and prospects of aphakia intraocular correction in cataract phacoemulsification

D. G. Zhaboedov

National Medical University named after AA Bogomolets, Kiev (Ukraine)

The analysis of scientific literature on intraocular correction of aphakia has been carried out. There were marked the progress, achievements and failures of researchers at all stages of cataract surgery, which along with the introduction of new operation methods carried out the search and development of new models of intraocular lens, the main criteria of which had been designated by S. N. Fedorov. The important properties of the IOL are considered to be ideal biocompatibility, biostability, perfect transparency, defined borders of refractive index, lightness in the aqueous humor, elasticity with shape memory without generating optical aberrations, providing contrast quality, preservation of color vision, good vision of object details at different distances and under different illuminance along with high visual acuity that approaches IOL to the natural lens of the healthy eye. There were examined the main types of IOL models implanting at present, their advantages and disadvantages, properties and design features among which there are IOLs with accommodative effect, toric, multifocal and aspheric IOLs, lenses with coated optics and chromatic component, simple and stable fixation in the posterior chamber in place of natural lens. Thus, these areas are based on the principles of bionics, so borrowing in nature the ways to improve the methods of intraocular correction look promising on the grounds that the evolutionary nature has eternity and researches are strictly limited in time.

Key words: cataract, intraocular correction, problems and prospects, principles of bionics.

Д. Г. Жабоедов, канд. мед. наук

Зрительные функции играют решающую роль в определении качества жизни человека, поскольку благодаря зрению человек получает свыше 90 % информации об окружающем его мире [19]. Согласно экспертным оценкам Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ), во всем мире насчитывается около 285 миллионов человек, которые страдают от нарушений зрения, вызванных как непосредственно глазными заболеваниями, так и некорригированными аномалиями рефракции, причем в 80 % всех случаев расстройство зрения можно предотвратить, либо полностью восстановить с помощью очковой или контактной коррекции, хирургического или эксимерлазерного вмешательства (Информационный бюллетень ВОЗ № 282, октябрь 2013). С целью ликвидации к 2020 году слепоты, которую можно излечить, ВОЗ была разработана специальная программа «Видение 2020 - право на зрение», предусматривающая значительное увеличение во всем мире количества хирургических вмешательств по удалению катаракты, занимающей значительную долю излечимой слепоты [1, 7].

По итогам работы системы здравоохранения Украины за 2012 год, в структуре болезней глаза и его придаточного аппарата уровень заболеваемости катарактой составил 286,9 на 100 тыс. населения, что в общей структуре заболеваемости по данному классу составляет 7,99 % [10]. Учитывая, что в последнее время в Украине ежегодно проводится более 80 тысяч операций по удалению катаракты, здравоохранение Украины располагает необходимыми потенциальными хирургическими возможностями для решения проблемы ликвидации такого вида слепоты и слабослышания среди населения.

Операция фактоэмульсификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы (ИОЛ) в настоящее время является одной из наиболее распространенных и в то же время самых эффективных в реабилитации утраченного зрения, сохраняя при этом первое место в рейтинге всех проводимых офтальмологических хирургических вмешательств, благодаря чему получила образное название «жемчужина глазной хирургии» [7]. Однако все еще остаются некоторые проблемы восстановления у пациентов полноценного функционального зрения, что требует более детальной оценки всех последних достижений интраокулярной коррекции. В этой связи мы бы хотели остановиться на наиболее значимых и весомых этапах истории периода возникновения метода интраокулярной коррекции, допущенных ошибках в процессе его развития и дальнейших перспективах совершенствования.

К сегодняшнему дню ультразвуковая фактоэмульсификация катаракты утвердилась как современный стандарт и эталон хирургии катаракты и офтальмологами уже не дискутируются преимущества и бесспорная целесообразность хирургиче-

ского подхода, предполагающего использование малых самогерметизирующихся операционных роговичных доступов в сочетании с внутрикапсульной имплантацией ИОЛ как наиболее оптимизированной и целесообразной технологии, обеспечивающей максимальную атравматичность, сохранность оптимальных анатомо-топографические взаимоотношения структур глаза и полноценное восстановление зрительных функций уже в ранние сроки. Однако к этому результату исследователи пришли после долгих лет усердных поисков, многочисленных проб и досадных ошибок [7].

Создание искусственного хрусталика стало без сомнения одним из наиболее ярких и значительных достижений офтальмохирургии XX века, которое, впрочем, не сразу было по достоинству оценено современниками. В годы второй мировой войны английский офтальмохирург Гарольд Ридли обнаружил, что попавшие при ранении внутрь глазного яблока мелкие осколки оргстекла (полиметилметакрилата, ПММА) от частей разрушенной взрывом кабины пилота, не только не отторгаются, но и не вызывают выраженную воспалительную реакцию. Таким образом, случайные обстоятельства военной травмы глаза подтолкнули наблюдательного исследователя к осуществлению идеи создания искусственного хрусталика, которая решила задачу коррекции афакии, а именно, рефракционной проблемы глаза, возникающей при хирургическом удалении помутневшего хрусталика. В 1949 году Гарольдом Ридли была выполнена первая в мире имплантация созданной им искусственной интраокулярной линзы из ПММА по форме и размерам подобной живому природному хрусталику человека [13].

Тем не менее, несмотря на достаточно наглядный успех, дальнейшее развитие способа имплантации искусственных хрусталиков проходило далеко не так гладко, как рассчитывал автор, из-за развития тяжелых осложнений. Первые ИОЛ имели мало общего с современными моделями. На протяжении нескольких десятилетий продолжался настойчивый поиск путей повышения биосовместимости, создания новых моделей интраокулярных линз, затем совершенствования их конструкции, а также методов профилактики и лечения нередких в те годы осложнений самой имплантации [16].

Первые сконструированные ИОЛ, изготовленные из ПММА, были жесткими, крупными и имплантировались в более доступную для хирурга переднюю камеру глаза, что вызывало ряд непредвиденных осложнений, для устранения которых С. Н. Федоров предложил для начала уменьшить на треть размеры оптической части ИОЛ, а закрепление линзы в глазу осуществлять при помощи дополнительных опорных элементов за зрачковый край радужки в передней камере (модель «Спут-

ник»). Он также впервые сформулировал понятие «идеальный искусственный хрусталик», подразумеваемая под этим такие важные свойства линзы как легкость, адекватность ее оптических характеристик, стабильность расположения внутри глаза, удобство имплантации и минимальную травматичность.

Первым офтальмологом, отважившимся имплантировать линзу в заднюю камеру глаза и доказавшим необходимость сохранения капсулы хрусталика при удалении катаракты с выполнением капсулорексиса, был М. М. Краснов, однако для этого необходимо было разработать новые модели ИОЛ уже с другим строением гаптических элементов, в разработке которых продолжал принимать активное участие и С. Н. Федоров (модель Т-26).

К середине 80-х годов, после работ профессора Б. Н. Алексеева, который далее развивал применение внутрикапсульной имплантации ИОЛ, было убедительно и бесспорно доказано, что предложенный способ фиксации искусственного хрусталика является наиболее оптимальным и физиологичным, поскольку способствовал значительному снижению числа осложнений. Этот метод остается неоспоримым и до настоящего времени, в связи с чем подавляющее большинство современных имплантаций ИОЛ осуществляется именно в капсульную сумку, остающуюся после удаления естественного хрусталика, что является рациональным и с точки зрения оптических свойств глаза и рассматривается на современном этапе как технология, наиболее физиологичная и сохраняющая естественные топографо-анатомические соотношения внутриглазных структур.

Далее важнейшим технологическим достижением в офтальмохирургии стало изготовление в 80-е годы XX века ИОЛ из эластичных гибких прозрачных материалов, которые позволили имплантировать линзы после факоэмульсификации катаракты через роговичный разрез уже менее 3 мм без наложения швов благодаря тому, что новые ИОЛ в момент имплантации могли сворачиваться по типу рулона, а при размещении линзы внутри глаза неагрессивно разворачиваться, восстанавливая при этом свою исходную форму, что способствовало резкому сокращению травматичности самой операции, а также длительности периода реабилитации пациентов и достижению в короткий срок максимального функционального результата [13].

Дальнейшее совершенствование материалов и технологий изготовления ИОЛ, наряду с одновременной разработкой новых методов удаления хрусталика, обеспечило решение большинства проблем, свойственных предыдущим этапам развития катарактальной хирургии и имплантации искусственного хрусталика [7].

В частности, возникла идея создания линз, способных обеспечить возможность различать детали

предметов на различном расстоянии от глаза, что в здоровом глазу достигается меняющимся объемом аккомодации естественного хрусталика. Это привело к разработкам разных типов оригинальных конструкций аккомодирующих линз (Crystalens (Bausch&Lomb); NuLens (NuLensLtd.); Tek-Clear IOL (Tekia); SmartLens (Medennium Inc.) и др.). Благодаря уникальной конструкции такой тип линзы, задействуя цилиарные мышцы, позволяет имитировать природную фокусирующую способность глаза за счет изменения преломляющей силы оптической части ИОЛ [5, 6, 11]. Однако, как отмечают офтальмохирурги, имплантация такого типа линз пока имеет определенные сложности, поскольку всегда требует точного интраоперационного контроля окончательной рефракции артификального глаза и проведения операционного разреза более 3 мм, что, естественно, осложняет заживление, а дефекты задней или передней капсулы хрусталика зачастую оказываются противопоказанием для их имплантации. Целостность капсулы является необходимым условием имплантации такого типа ИОЛ, поскольку это важно для создания возможности передачи воздействия от зонулярных волокон и цилиарной мышцы, тем самым реализуя аккомодативный стимул. К тому же некоторыми исследователями установлено, что аккомодирующие ИОЛ со временем утрачивают свою рефракционную динамичность, а соответственно, и должную эффективность, что требует дальнейшего совершенствования таких линз [5, 8, 18, 21].

Следующим перспективным направлением совершенствования ИОЛ оказалась разработка мультифокальных линз (AcrySof IQ ReSTOR® (Alcon); ReZoom® (Abbott Medical Optics или АМО); Tecnis® Multifocal (АМО) и др.), которые позволили бы добиться у пациента максимальной остроты зрения без дополнительной коррекции как вдаль, так и на близких и промежуточных расстояниях, что осуществляется за счет особой конструкции оптической части линзы, состоящей из нескольких концентрических зон различной преломляющей силы, создающей два или более фокусов на сетчатке, тем самым обеспечивая зрение одновременно на различных расстояниях. Однако при использовании таких линз отмечались некоторые побочные эффекты, а именно снижение контрастной чувствительности, резкие колебания остроты зрения при изменении освещенности, выраженная чувствительность к слепящим источникам света, а также некоторые сложности в определении показаний к мультифокальной коррекции и отборе пациентов. Более новые модели в некоторой степени учитывали недостатки предшествующих линз и делали их менее зависимыми от ширины зрачка, несколько нивелируя светорассеяние внутри глаза и обеспечивая высокое качество зрения при ярком свете. Тем

не менее, отдельные пациенты отмечают появление бликов и «гало» от ярких источников света, особенно в ночное время, а сами линзы остаются достаточно чувствительными к децентрации, что требует либо полной сохранности связочного аппарата хрусталиковой сумки, либо дополнительной шовной фиксации ИОЛ с тем, чтобы добиться стабильного положения линзы на зрительной оси глаза [5, 12, 14, 17, 18, 21].

Проблемы интраокулярной коррекции зрения у пациентов с патологией роговицы и, соответственно — наличием астигматизма привело к тому, что были разработаны специальные ИОЛ с торической оптической частью, которая имеет разную преломляющую способность на различных меридианах, что корригирует соответствующий астигматизм (STAAR Toric IOL® (STAAR Surgical); AcrySof IQ Toric IOL® (Alcon); T-flex® (Rayner) и др.). Из-за различий рефракции в каждом меридиане оптической части линзы торическую ИОЛ необходимо устанавливать в строго определенной адекватной позиции, поскольку ее неправильное размещение или смещение может не только не улучшить зрение, но и увеличить степень дооперационного астигматизма. Кроме того, установка торической линзы не устраняет необходимость дополнительной коррекции для работы вблизи, например чтения или письма [3, 9, 15].

Далее был поднят вопрос о разработке ИОЛ, имплантация которых позволила бы компенсировать положительные роговичные аберрации глаза и на основании этого получить более качественное, контрастное и четкое изображение на сетчатке, поверхность которой не плоская, а сферичная, что в свою очередь также дополнительно создает аберрационные погрешности. Такая постановка задачи привела к появлению ИОЛ с асферической оптической частью (Technis® Aspheric IOL (AMO); AcrySof IQ (Alcon); Akreos Adapt (Bausch&Lomb); Akreos MI60 (Bausch&Lomb) и др.), которые, по мнению многих авторов, позволяют добиться не только высокой остроты зрения, но и улучшить контрастную чувствительность как в дневное, так и в ночное время суток. Однако обобщение реального клинического опыта по данной проблеме убедительного подтверждения преимуществ асферического дизайна оптической части ИОЛ не получило [2, 4, 8, 13, 20, 22].

В последнее время особое значение придается ИОЛ с желтым фильтром (AcrySof Natural (Alcon)), который защищает сетчатку глаза от вредного воздействия коротковолновой части светового спектра (ультрафиолетовых и синих лучей), тем самым снижая риск развития возрастной макулодистрофии. Однако, как показывает опыт, пациенты с такими линзами хуже различают цветовые оттенки, что ограничивает возможности цветовой дифференцировки [7].

К перспективному направлению совершенствования ИОЛ относится использование оптических законов просветления при разработке искусственных хрусталиков путем наложения на поверхности линзы тонких интерференционных пленок, что уже давно успешно используется в оптических приборах (фотоаппараты, бинокли, телескопы и др.) [1].

Поиск решений в направлении совершенствования существующих и создания принципиально новых интраокулярных линз продолжается.

Основной задачей современной катарактальной хирургии является улучшение зрительных функций за счет разработки и практического использования усовершенствованных ИОЛ с оптимизированными оптическими свойствами.

Таким образом, перед офтальмологами достаточно отчетливо определилась задача создания больному после удаления катаракты полноценного качественного зрения, которое максимально отвечает бы его индивидуальным запросам и требованиям

Тем не менее, выявилось, что эти персонализированные требования лимитируются способностью человека с артификацией выполнять функциональные потребности или, точнее, обязанности, что несколько корректирует первоначальную целевую задачу создания суперзрения и направляет ее в сторону получения качественного функционального зрения, в достижении которого может и предназначена выполнить идеальная ИОЛ, чьи основные свойства впервые обозначил С. Н. Федоров и которые к настоящему времени определились достаточно отчетливо. К сожалению, в получении таких особых свойств искусственного хрусталика необходимы знания и опыт в самых разнообразных отраслях и направлениях сегодняшней науки, где роль офтальмохирурга уже сводится к уяснению целого комплекса, в котором каждая его составляющая может быть решенной с помощью задачи, далекой от хирургии и даже медицины вообще.

Из анализа научных литературных сведений можно выделить доминирующие составляющие комплекса свойств идеальной ИОЛ, а именно такие как материал для создания искусственного хрусталика, обладающий такими необходимыми свойствами как достаточная биосовместимость, биостойкость, идеальная прозрачность с коэффициентом преломления света от 1,40 до 1,52, что гарантирует отсутствие нежелательных побочных оптических эффектов, легкость во влаге передней камеры, нулевой коэффициент усадки материала при создании заготовки, из которой вытачивается линза, достаточная гибкость, эластичность и упругость, способность сохранять в памяти исходную форму без создания изломов, включений и других образований, генерирующих дополнительные световые аберрации. Причем новые необходимые

свойства не должны завышать коммерческую составляющую, которая может исключить реальную доступность использования такой ИОЛ. Достаточно перспективными являются линзы с аккомодирующим и псевдоаккомодирующим эффектом, т.е. повторяющие свойства природного хрусталика, ИОЛ с хорошей контрастной чувствительностью, со свойствами просветленной оптики, простым и устойчивым закреплением в задней камере.

Мы назвали только те свойства, которые возможны и технически осуществимы в настоящее время или в ближайшем будущем. Должны заметить, что мы назвали лишь малую часть проблем, решение которых значительно приблизит искусственный глаз к свойствам природного зрения чело-

века. Следовательно, дальнейшее совершенствование качества зрения искусственного глаза должно определяться границами возможного и целесообразного, что может оказаться полезным ориентиром при планировании научных исследований.

Естественно, наше сообщение не может претендовать на полное освещение проблем и перспектив интраокулярной коррекции афакии после удаления возрастной катаракты, но анализ научной литературы убеждает нас в том, что затронутая проблема весьма актуальна и при более детальном обсуждении поможет практическому офтальмохирургу ориентироваться при индивидуальном и персонализированном выборе оптимальной ИОЛ для каждого конкретного пациента.

Литература

1. **Аббасова У. А.** Инновации в технологии факоэмульсификации (обзор литературы) / У. А. Аббасова // *Oftalmologiya*. — 2010 — № 4. — С. 81–86.
2. **Балашевич Л. И.** Функциональные и оптические результаты имплантации сферических и асферических интраокулярных линз в капсульный мешок / Л. И. Балашевич, А. А. Стахеев, А. М. Хакимов // *Офтальмохирургия*. — 2009. — № 5. — С. 29–33.
3. **Бачук Н. Ю.** Опыт имплантации торических интраокулярных линз у больных катарактами с роговичным астигматизмом / Н. Ю. Бачук // *Международ. мед. журн.* — 2013. — Том 19, № 1 — С. 63–66.
4. **Демьяненко С. К.** Клинико-теоретическое обоснование метода интраокулярной коррекции афакии асферическими ИОЛ : дис.... канд. мед. наук : 14.01.07 / Демьяненко С. К.; [Место защиты: ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С. Н. Фёдорова» Минздравсоцразвития России]. — М., 2011. — 83с.:ил.
5. **Загребельная Л. В.** Клинико-функциональная оценка эффективности применения мультифокальных и аккомодирующих интраокулярных линз для коррекции афакии: автореф. дис.... канд. мед. наук : 14.01.07 / Загребельная Л. В.; [Место защиты: ФГОУ ДПО ИПК ФМБА России]. — М., 2012. — 23 с.
6. **Ивонин К. С.** Восстановление аккомодационной способности искусственного глаза / К. С. Ивонин, А. А. Замыров, Ю. В. Кудрявцева, А. Д. Чупров // *Современные технологии в медицине*. — 2012. — № 4. — С. 154–160.
7. **Малюгин Б. Э.** Современные стандарты хирургии катаракты с имплантацией интраокулярной линзы (обзор литературы) / Б. Э. Малюгин, А. В. Терещенко, Ю. А. Белый [и др.] // *Рефракционная хирургия и офтальмология*. — 2010. — Т. 10. — № 3. — С. 4–10.
8. **Малюгин Б. Э.** Сравнительная характеристика зрительных функций и данных aberрометрии у пациентов со сферической, асферической и аккомодирующей моделями ИОЛ / Б. Э. Малюгин, М. А. Исаев, А. В. Головин [и др.] // *Офтальмохирургия*. — 2012. — № 2. — С. 36–37.
9. **Попова Е. А.** Факоэмульсификация катаракты с имплантацией торических ИОЛ — эффективный способ интраокулярной коррекции астигматизма / Е. А. Попова, Ю. В. Коваленко // *Офтальмолог. журн.* — 2012. — № 4. — С. 98–99.
10. **Риков С. О.** Захворюваність на хвороби ока та його придаткового апарату, їх поширеність серед населення України / С. О. Риков, В. А. Васюта // *Україна. Здоров'я нації*. — 2011. — № 4. — С. 7–11.
11. **Сергиенко Н. М.** Новая модель аккомодирующего искусственного хрусталика / Н. М. Сергиенко // *Новітня офтальмохірургія та сучасні можливості діагностики і лікування очної патології : Ювілейна науково-прак. конф. за участю міжнар. спеціалістів (20–21 листопада, 2013 р.) : збірник праць*. — К., 2013. — С. 330–332.
12. **Тахтаев Ю. В.** Опыт клинического применения мультифокальных интраокулярных линз Acrysof Restor / Ю. В. Тахтаев // *VIII съезд офтальмологов России: тез. докл.* — М.: издат. центр МНТК «Микрохирургия глаза», 2005. — С. 620.
13. **Чередник В. И.** Сферическая аберрация и асферические интраокулярные линзы / В. И. Чередник, В. М. Треушников // *Фундаментальные исследования*. — 2007. — № 8 — С. 38–41.
14. **Чередник В. И.** Мультифокальные интраокулярные линзы — качество видения / В. И. Чередник, В. М. Треушников // *Фундаментальные исследования*. — 2008. — № 4 — С. 108–111.
15. **Федяшев Г. А.** Клинико-экономическая эффективность имплантации торических и сферических ИОЛ Rayner после факоэмульсификации катаракты у пациентов с исходным роговичным астигматизмом / Г. А. Федяшев, А. В. Власов // *Федоровские чтения — 2013 : XI Всеросс. научно-практ. конф. с междунар. участием «Хирургия катаракты и интраокулярная коррекция зрения» (21–22 июня 2013 г.)*. — Москва, 2013. — С. 229–230.
16. **Berthet J. M.** The concepts behind the IOLs of the 21st century / J. M. Berthet, J. S. Camming, J. Kammann // *Ophthalmos*. — 1997. — № 8. — P. 6–9.
17. **Cillino S.** ONE-Year outcomes with new-generation multifocal intraocular lenses / S. Cillino, A. Casuccio, F. A. Pace et al. // *Ophthalmology*. — 2008. — Vol. 115. — № 9. — P. 1508–1516.

18. **Dekaris I.** Diffractive and multifocal IOLs in cataract surgery / I. Dekaris, N. Gabric, D. Bosnar et al // Joint congress of SOE/AAO (9–12 June 2007). — Vienna, 2007. — P. 5–6.
19. **Levin L. A., Nilsson S. F. E., Ver Hoeve J., Wu S. M.** etc. Adler's physiology of the eye. — 11th ed. — Elsevier Inc, 2013. — 795 p.
20. **Mayank A.** Wavefront aberrations, depth of focus, and contrast sensitivity with aspheric and spherical intraocular lenses: fellow-eye study. / A. Mayank, D. Nanavaty, J. Spalton [et al.] // J. Cataract Refract. Surg. — 2009. — № 35. — P. 663–671.
21. **Mesci C.** Differences in contrast sensitivity between monofocal, multifocal and accommodating intraocular lenses: long-term results / C Mesci, H. H. Erbil, A. Olgun, N. Aydin et al. // Clin Exp Ophthalmol. — 2010. — Vol. 38 (8). — P. 768–777.
22. **Pagnouille C.** Assessment of new-generation glistering-free hydrophobic acrylic intraocular lens material / C. Pagnouille, D. Bozukova, L. Gobin Et Al // J Cataract Refract Surg. — 2012. — Vol. 38. — P. 1271–1277.

Поступила 21.01.2014

References

1. **Abbasova UA.** Innovations in phacoemulsification technology. (Literature review). Oftalmologiya. 2010;4:81–6. Russian.
2. **Balashovich LI, Stakheev AA, Khakimov AM.** Functional and optic results of spherical and aspherical lenses implantation into the capsule bag. Oftalmokhirurgiia. 2009;5:29–33. Russian.
3. **Bachuk NYu.** Experience of toric intraocular lens implantation in patients with cataract with corneal astigmatism. Mezhdunarodnyi meditsinskii zhurnal. 2013;19(1):63–6. Russian.
4. **Demianchenko SK.** Clinical and theoretical rationale for the method of intraocular correction of aphakia by aspherical IOL: thesis for Candidate of Med. Science: 14.01.07. MNTK Eye Microsurgery n.a.acad. S. N. Fyodorov. M.; 2011. 83 p.
5. **Zagrebelnaia LV.** Clinical and functional assessment of the effectiveness of using multiphocal and accommodating intraocular lenses in aphakia correction: author's thesis for Candidate of Med. Science: 14.01.07. FGOU DPO IPK FMBA Russia. M.; 2012. 23 p.
6. **Ivonin KS, Zamyrov AA, Kudryavtseva YuV, Chuprov AD.** Recovery of accommodative capacity of pseudophakic eye. Sovremennyye tekhnologii v meditsine. 2012;4:154–160. Russian.
7. **Malyugin BE, Rereshchenko AV, Belyi YuA** et al. Modern standards of cataract surgery with IOL implantation (Literature review). Refraktsionnaia khirurgiia I oftalmologiya. 2010;10(3):4–10. Russian.
8. **Malyugin BE, Isayev MA, Golovin AV.** Comparative characteristics of visual functions and aberrometry data in patients with spherical, aspherical and accommodating models of IOL. Oftalmokhirurgiia/ 2012;2:36–7. Russian.
9. **Popova EA, Kovalenko YuV.** Phacoemulsification of cataract with toric IOL implantation is an effective way of intraocular correction of astigmatism. Oftalmol Zh. 2012;4:98–9. Russian.
10. **Rykov SO, Vasyta VA.** The incidence of eye diseases and its adnexa, their prevalence in the population of Ukraine. Ukraina. Zdorovie natsii. 2011;4:7–11. Ukrainian.
11. **Sergiienko NM.** Modern ophthalmology and current opportunities for diagnosis and treatment of ocular pathology: jubilee scientific practical conference with international participation (20–21 November 2013): collection of papers. K.; 2013:330–2.
12. **Takhtaiev YuV.** Experience of clinical application of multiphocal intraocular lens Acrysof Restor. VIII Congress of Ophthalmologists of Russia: theses. M.: MNTK Eye Microsurgery, 2005: 620.
13. **Cherednik VI, Treushnikov VM.** Spherical aberration and aspherical intraocular lenses. Fundamentalnyie issledovaniia. 2007;8:38–41. Russian.
14. **Cherednik VI, Treushnikov VM.** Multifocal intraocular lenses — quality of vision. Fundamentalnyie issledovaniia. 2008;4:108–11. Russian.
15. **Feduashev GA, Vlasov AV.** Clinical and economic effectiveness of implantation of toric and spherical IOL Rayner after phacoemulsification of cataract in patients with initial corneal astigmatism. Fyodorov's Memorial Lectures-2013. 21–22 June 2013. Moscow; 2013: 229–30.
16. **Berthet JM, Camming JS, Kammann J.** The concepts behind the IOLs of the 21st century. Ophthalmos. 1997;8:6–9.
17. **Cillino S, Casuccio A, Pace FA** et al. ONE-Year outcomes with new-generation multifocal intraocular lenses. Ophthalmology. 2008;115(9):1508–16.
18. **Dekaris I, Gabric N, Bosnar D** et al. Diffractive and multifocal IOLs in cataract surgery. Joint congress of SOE/AAO (9–12 June 2007). Vienna, 2007:5–6.
19. **Levin LA, Nilsson SFE, Ver Hoeve J, Wu SM** etc. Adler's physiology of the eye. 11th ed. Elsevier Inc; 2013. 795 p.
20. **Mayank A, Nanavaty D, Spalton J** et al. Wavefront aberrations, depth of focus, and contrast sensitivity with aspheric and spherical intraocular lenses: fellow-eye study. Cataract Refract. Surg. 2009;35:663–71.
21. **Mesci C, Erbil HH, Olgun A, Aydin N** et al. Differences in contrast sensitivity between monofocal, multifocal and accommodating intraocular lenses: long-term results. Clin Exp Ophthalmol. 2010;38 (8);768–77.
22. **Pagnouille C, Bozukova D, Gobin L** et al. Assessment of new-generation glistering-free hydrophobic acrylic intraocular lens material. J Cataract Refract Surg. 2012;38:1271–7.

Received 21.01.2014