

И.Г. Чиж¹, Д.В. Владимиров²¹Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»²Киевская городская клиническая офтальмологическая больница
«Центр микрохирургии глаза»

Результаты aberрометрии интраокулярных линз моделей SN60AT и SN60WF

В исследовании выполнено сравнение aberрационных карт искусственной оптической системы с различными типами интраокулярных линз: сферической SN60AT и асферической SN60WF. Aberрометрия выполнена на aberрометре TRACEY VFA. Полученные данные подверглись статистическому анализу с помощью распределений Стьюдента и Фишера. Оценка качества оптической системы проведена на основании критерия Марешаля. Установлено, что в зоне зрачка с диаметром 3 мм RMS (Root Mean Square — среднеквадратичное отклонение) волнового фронта обоих типов линз практически удовлетворяет условию Марешаля. В зоне зрачка 5 мм у интраокулярных линз (модель SN60WF) значения RMS уже заметно выходят за предел, установленный Марешалем.

Ключевые слова: aberрометрия, интраокулярная линза, критерий Марешаля, среднеквадратичное отклонение волнового фронта, aberрации низших и высших порядков.

Введение

Катарактальные хирурги четко понимают, что интраокулярная линза (ИОЛ), имплантированная в глаз больного, становится неотъемлемой частью его оптической системы. В связи с этим на хирурге лежит большая ответственность при выборе оптимальной ИОЛ (Алиев А.-Г.Д., Исмаилов М.И., 2000; Чиж И.Г. та співавт., 2009; 2013; Владимиров Д.В., Сергиенко Н.М., 2010). Возможности современных aberрометров позволяют оценить качество оптики интраокулярных линз и спрогнозировать их вклад в общие aberрации глаза. Имплантация большого количества асферических ИОЛ стала причиной нашего исследования.

Цель исследования — выявление статистически значимых отличий в спектрах aberрационных мод двух сравниваемых моделей интраокулярных линз SN60AT и SN60WF.

Интраокулярная линза SN60AT не имеет асферизации оптических поверхностей.

Интраокулярная линза SN60WF имеет асферизацию одной из поверхностей, которая, по данным компании производителя, способствует уменьшению ее сферической aberрации при работе внутри глаза пациента.

Объект и методы исследования

Применена aberрометрия физической модели оптической системы глаза с присутствующей в ней ИОЛ (рис. 1, 2) при помощи офтальмологического aberрометра TRACEY-VFA, серийно производимого компанией «Tracey Technologies» в США (рис. 3).

Центрирование ИОЛ относительно оптической оси линзы-роговицы осуществляется при помощи деталей 1, 2, 3', 3//.

Вращение фланца 5 позволяет регулировать величину дефокуса, который имитирует аметропию глаза.

Методика проведения исследований:

1. Первоначально выполняется aberрометрия модели глаза без ИОЛ. Для этого модель без ИОЛ помещается на aberрометр и центрируется относительно оптической оси aberрометра по зеркальным изображениям центровочных инфракрасных светодиодов, полученным от передней поверхности имитатора «роговицы». Aberрометрия модели выполняется не менее 10 раз.

2. В модель глаза помещается исследуемая ИОЛ, которая центрируется по положениям изображений центровочных светодиодов в отраженном от поверхностей ИОЛ свете. Зеркальные изображения светодиодов, полученные от поверхностей линзы-роговицы и от поверхностей

ИОЛ, должны быть центрированы относительно оптической оси aberрометра, то есть размещаться относительно этой оси симметрично. Aberрометрия модели с ИОЛ также осуществляется не менее 10 раз.

3. Данные aberрометрии заносятся в таблицу Excel.

4. Вычисляются средние арифметические и стандартные отклонения по группам из 10 измерений амплитуд aberрационных мод модели с ИОЛ и модели без ИОЛ.

5. Вычисляется разность средних значений амплитуд каждой aberрационной моды модели с ИОЛ и модели без ИОЛ.



Рис. 3



Аберрометр с установленной моделью глаза

6. Восстановленные по 10 сеансам аберрометрии средние значения амплитуд абберрационных мод модели с ИОЛ и той же модели, но без ИОЛ, не могут быть абсолютно точными оценками. В связи с этим требуется выяснить, не являются ли эти средние значения такими, которые отличаются лишь случайной погрешностью измерений и при этом не являются статистически различными. Другими словами следует ответить на вопрос — действительно ли ИОЛ вносит изменение в абберрационный спектр модели глаза и в величины амплитуд абберрационных мод. Для ответа на такой вопрос были использованы статистические методы проверки гипотез, основанные на распределениях Стюдента и Фишера. В соответствии с критерием Маршала искусственная оптическая система формирует практически безабберрационное изображение, обусловленное лишь действием дифракции света на краях зрачка, когда выполняется условие (Nio Y.K. et al., 2003; Сергиенко Н.М., Тутченко Н.Н., 2006):

$$RMS < \frac{\lambda}{14},$$

где RMS (Root Mean Square) — среднеквадратичное отклонение (СКО) волнового фронта; λ — длина световой волны.

Применительно к глазу вполне можно пользоваться более «мягким» условием (Nio Y.K. et al., 2003):

$$RMS < \frac{\lambda}{10}.$$

При желто-зеленом свете $\lambda=0,5$ мкм указанное критериальное значение $RMS < 0,055$ мкм.

7. Статистически признанное как верное (неслучайное) изменение амплитуды абберрационной моды, появившееся при введении в модель ИОЛ, признается как амплитуда абберрационной моды, принадлежащая самой ИОЛ.

Результаты и их обсуждение

Анализ сферической абберрации ИОЛ

Аберрометрированы две линзы, модель **SN60AT**, обе — 21,0 дптр, и две линзы модели **SN60WF**, одна из которых — 21,0 дптр, а вторая — 22,0 дптр.

Аберрометрию выполняли в зоне зрачка с диаметром 3 и 5 мм. Результаты представлены в табл. 1. Из приведенной таблицы видно, что в зоне зрачка с диаметром 3 мм выявленная сферическая абберрация 4-го порядка ИОЛ ничтожно мала, и в трех случаях из четырех различие сферической абберрации модели без ИОЛ и модели с ИОЛ статистически незначимо. Это означает, что в данной зоне установленное различие находится на уровне случайных погрешностей измерений.

В зоне аберрометрии с диаметром 5 мм наблюдается существенное (на порядок) возрастание сферической абберрации модели без ИОЛ, а также абберрации ИОЛ.

Выявленные различия, то есть выявленная мода сферической абберрации ИОЛ, являются статистически значимыми, поскольку установленные различия средних значений существенно превышают случайные погрешности измерений.

Характерным отличием сферических абберраций моделей ИОЛ является то, что модель **SN60AT** имеет положительную амплитуду моды, а модель **SN60WF** — отрицательную. Этот факт можно объяснить асферизацией оптической поверхности в модели **SN60WF**.

Анализ RMS волновой абберрации ИОЛ

Стандартное отклонение волновой абберрации по зрачку оценивали при условии, что у модели без ИОЛ и у модели с ИОЛ $Sph \approx 0$. Это условие контролировалось при аберрометрии и достигалось перемещением имитатора сетчатки вдоль оптической оси модели. При этом малая тороидальность поверхности линзы, имитирующей роговицу, приводила к появле-

нию у модели остаточного первичного астигматизма и значения $Cyl \neq 0$. В этом случае условие $Sph \approx 0$ достигается при ненулевом значении амплитуды дефокуса — моды № 4. Поэтому значение амплитуды моды № 4 существенно повлияло как на величину «Lower RMS», так и на величину «Total RMS», приведенные в табл. 2.

Выводы

Данные (см. табл. 2) свидетельствуют о том, что величина «Higher RMS», не зависящая от дефокуса и первичного астигматизма, существенно отличается у обоих типов линз. ИОЛ с асферизацией имеют заметно большие значения амплитуд мод высших порядков. То же самое наблюдается и у RMS , вычисленных по абберрационным модам низших степенных порядков.

В зоне зрачка с диаметром 3 мм RMS обоих типов линз практически удовлетворяет условию Маршала. В зоне зрачка 5 мм у ИОЛ (модель **SN60WF**) значение RMS уже заметно выходит за предел, установленный Маршалем.

Конфликт интересов

Авторы не имеют финансового интереса при проведении данного исследования.

Список использованной литературы

- Алиев А.-Г.Д., Исмаилов М.И. (2000) Аберрации оптической системы глаза при имплантации искусственного хрусталика. Москва, 141 с.
Владимиров Д.В., Сергиенко Н.М. (2010) Сравнение результатов аберрометрии глаз после имплантации сферических и асферических ИОЛ. Материалы XII съезда офтальмологов Украины, 26–28 мая 2010 г., Одесса.

Таблица 1

Сравнительный анализ результатов аберрометрии (значения полиномов Цернике для сферической абберрации — 12 порядок)

Объект аберрометрии	Амплитуда моды № 12 модели, мкм	Амплитуда моды № 12 самой ИОЛ, мкм	Выявленное различие (статистически)
Зона аберрометрии 3 мм			
Модель без ИОЛ	0,0348	—	—
Модель с (1)SN60AT	0,0302	-0,0046	Незначимо
Модель с (2)SN60AT	0,0402	+0,0054	Незначимо
Модель с (1)SN60WF	0,0231	-0,0117	Значимо
Модель с (2)SN60WF	0,0276	-0,0072	Незначимо
Зона аберрометрии 5 мм			
Модель без ИОЛ	0,2584	—	—
Модель с (1)SN60AT	0,2898	0,0314	Значимо
Модель с (2)SN60AT	0,3159	0,0575	Значимо
Модель с (1)SN60WF	0,2052	-0,0532	Значимо
Модель с (2)SN60WF	0,2356	-0,0228	Значимо

Таблица 2

Сравнительный анализ результатов аберрометрии (значения среднеквадратического отклонения волнового фронта)

Объект аберрометрии	Total RMS, мкм	Lower RMS, мкм	Higher RMS, мкм
Зона аберрометрии 3 мм			
Модель без ИОЛ	0,1867	0,1699	0,0773
ИОЛ (1)SN60AT	0,0599	0,0583	0,0139
ИОЛ (2)SN60AT	0,0371	0,0240	0,0283
ИОЛ (1)SN60WF	0,0650	0,0496	0,0420
ИОЛ (2)SN60WF	0,1033	0,0695	0,0765
Зона аберрометрии 5 мм			
Модель без ИОЛ	0,6412	0,5030	0,3977
ИОЛ (1)SN60AT	0,1003	0,0616	0,0791
ИОЛ (2)SN60AT	0,0915	0,0527	0,0748
ИОЛ (1)SN60WF	0,1675	0,1173	0,1196
ИОЛ (2)SN60WF	0,3284	0,2395	0,2247

Сергиенко Н.М., Тутченко Н.Н. (2006) Измерение глубины фокуса и псевдоаккомодация при артефакти. Офтальмолог. журн., 2: 26–30.

Чиж І.Г., Сокурено В.М., Тимчик Г.С. (2009) Око людини та офтальмологічні прилади: Навчальний посібник. НТУУ «КПІ», Київ, 264 с.

Чиж І.Г., Тимчик Г.С., Шиша Т.О. та ін. (2013) Аберометрія оптичної системи ока людини. НТУУ «КПІ», Київ, 292 с.

Nio Y.K., Jansonius N.M., Geraghty E. et al. (2003) Effect of intraocular lens implantation on visual acuity, contrast sensitivity, and depth of focus. J. Cataract. Refract. Surg., 29(11): 2073–2081.

Результати аберометрії інтраокулярних лінз: моделі SN60AT і SN60WF

І.Г. Чиж, Д.В. Владіміров

Резюме. У дослідженні проведено порівняння абераційних карт штучної оптичної системи з різними типами інтраокулярних лінз: сферичної SN60AT і асферичної SN60WF. Аберометрію виконано на аберометрі TRACEY VFA. Отримані дані аналізовано за допомогою розподілів Стюдента і Фішера. Оцінку якості оптичної системи

проведено за критерієм Марешаля. Встановлено, що в зоні зіниці з діаметром 3 мм RMS (Root Mean Square — середньоквадратичне відхилення) обох типів лінз практично задовольняють умову Марешаля, в зоні зіниці 5 мм у інтраокулярних лінз (модель SN60WF) значення RMS вже помітно виходять за межу, встановлену Марешалем.

Ключові слова: аберометрія, інтраокулярна лінза, критерій Марешаля, середньоквадратичне відхилення хвильового фронту, аберації вищих та нижчих порядків.

The results of aberrometry of two intraocular lenses: SN60AT & SN60WF

I.G. Chizh, D.V. Vladimirov

Summary. The aberrometry comparison of two intraocular lenses types has been performed. One of the IOL was of spherical type: SN60AT, another — of aspherical: SN60WF. TRACEY VFA aberrometer was used in the

study. Obtained results have been processed with Student's and Fisher's tests. For evaluation of the quality of the optical system Marechal criterion was used. It has been established that in cases with the pupil diameter 3 mm RMS (Root Mean Square) for both types of lenses almost meets the Marechal's condition. In cases of the pupil diameter 5 mm RMS value for SN60WF had already noticeably exceed the limit established by Marechal.

Key words: aberrometry, intraocular lense, Marechal criterion, Root Mean Square of wave front, Lower Order Aberrations, Higher Order Aberrations.

Адрес для переписки:

Владимиров Дмитрий Витальевич
03680, Киев,
просп. Космонавта Комарова, 3
Киевская городская клиническая
офтальмологическая больница
«Центр микрохирургии глаза»
E-mail: drmvlad2@yandex.ua

Получено 20.05.2013

Реферативна інформація

Сахарный диабет и риск ограничения повседневного функционирования



Раннее выявление и коррекция проблем, связанных с сахарным диабетом, является чрезвычайно актуальной проблемой современности в связи с высокой распространенностью этого состояния. Известно, что сахарный диабет ассоциирован с повышенным риском развития ряда инвалидизирующих патологических состояний, включая кардиоваскулярные заболевания, ретинопатию, почечную недостаточность и заболевания периферических артерий.

Доктор Эвелин Вонг (Evelyn Wong) и соавторы в журнале «The Lancet» опубликовали результаты нового систематического обзора, главной целью которого было оценить риск потери трудоспособности и ограничения физической активности, основываясь на анализе результатов релевантных научных исследований.

Поиск по научным базам данных позволил выделить 3224 научных работы по указанной тематике, 26 из которых соответствовали критериям включения. Свое внимание ученые сфокусировали на оценке нарушений функционирования (англ. disability) испытуемых, в частности повседневной активности (например принятие ванны/душа, личная гигиена, одевание, принятие пищи), такой повседневной активности, как например выполнение домашней работы, принятие медикаментов, совершение покупок, использование телефона, транспорта, и подвижности (возможность пройти 0,25–0,5 мили или подняться/спуститься по лестнице).

Проведенный анализ продемонстрировал, что пациенты с сахарным диабетом испытывали значимо большее нарушение функционирования, чем здоровые добровольцы. В частности, наблюдали повышение относительного риска (ОР) развития нарушения подвижности на 71% (ОР 1,71; 95% доверительный интервал (ДИ) 1,53–1,91) по результатам кросс-секционных

исследований и исследований по типу случай — контроль, а также на 51% (ОР 1,51; 95% ДИ 1,38–1,94) — по результатам лонгитудинальных исследований.

Что касается нарушений повседневной активности, а также активности, не связанной с базовыми потребностями, ОР при сахарном диабете был повышен на 82% (ОР 1,82; 95% ДИ 1,63–2,04) и на 67% (ОР 1,67; 95% ДИ 1,40–2,36) соответственно при анализе результатов всех исследований. Исключение исследований с высоким уровнем гетерогенности данных не оказало значимого влияния на полученные результаты.

Также выявлено, что у лиц с нарушением толерантности к глюкозе общий риск нарушения в каком-либо из указанных аспектов повседневного функционирования был повышен на 12%. В одной из рассматриваемых работ этот показатель находился на уровне 62%, однако в общий расчет риска результаты этого исследования внести не смогли в связи с несовместимостью данных.

Из возможных причин нарушения повседневного функционирования при сахарном диабете авторы указывают наличие системного хронического воспалительного процесса, возникающего вследствие гипергликемии. Возможны и другие механизмы: так некоторые исследования демонстрируют связь между сахарным диабетом и быстрой утратой мышечной массы, силы скелетных мышц, причем определяется усугубление этого процесса при недостаточном гликемическом контроле и увеличении длительности заболевания.

В своих выводах авторы отмечают тенденцию к старению населения в развитых странах и, как следствие, повышение распространенности сахарного диабета, что увеличивает необходимость не только разработки новых, более эффективных, методов профилактики и терапии самого заболевания и его осложнений, но и профилактики и коррекции нарушений повседневного функционирования, ассоциированных с этой патологией.

Wong E., Backholer K., Harding J. et al. (2012) A systematic review and meta-analysis of diabetes and risk of physical disability and functional impairment — protocol. Syst. Rev., 1: 47.

Виталий Безмейко