

АБЕРРАЦИИ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ГЛАЗА ПРИ РЕФРАКЦИОННОЙ ЗАМЕНЕ ХРУСТАЛИКА У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

В статье представлен анализ аберраций оптической системы глаза у детей и подростков с миопией и гиперметропией высокой степени до и после рефракционной замены хрусталика. Аберрометрические исследования выполнялись на приборе OPD-Scan фирмы Nidek. Полученные результаты показали, что имплантация сферических ИОЛ Acrysof и Centerflex взамен прозрачного хрусталика уменьшала уровень аберраций низшего порядка, не увеличивая при этом статистически значимо уровня аберраций высшего порядка.

Ключевые слова: аберрация, оптическая система глаза, рефракционная лэнсэктомия.

Актуальность

В настоящее время возможно проведение объективной количественной оценки оптической системы глаза посредством анализа аберраций, что позволяет судить о качестве рефракционных операций [1,2,8]. Совершенствование техники рефракционной замены хрусталика с выполнением тоннельных бесшовных разрезов, применение современных вискоэластиков и моделей складывающихся ИОЛ позволили вывести метод на качественно новый уровень за счет снижения количества и выраженности осложнений, сведения к минимуму воспалительной реакции оперированного глаза [9]. К достоинствам операции относятся быстрая стабилизация и предсказуемость рефракционного результата с коротким периодом зрительной реабилитации и практически отсутствие ограничений в величине корригируемой аметропии. Внедрение прогрессивных микрохирургических технологий обусловило начало применения рефракционной замены хрусталика у детей и подростков [3-5,12].

Ряд авторов сообщает, что после интраокулярной коррекции индуцируются различные типы оптических аберраций высших порядков, что может влиять на качество зрения [6,7,10,11,13]. В связи с этим представляется интересным изучение изменений оптической системы глаза под влиянием рефракционной замены хрусталика на сферическую слабоположительную интраокулярную линзу (ИОЛ) при миопии и ИОЛ высокой оптической силы при гиперметропии.

Цель настоящего исследования – анализ изменений аберраций оптической системы глаза при рефракционной лэнсэктомии с имплантацией ИОЛ у детей и подростков.

Материал и методы

Аберрометрическую картину глаз изучали на аппарате “OPD-Scan» (Nidek, Япония) в мезопических условиях до и через 3-6 месяцев после аспирации прозрачного хрусталика с имплантацией ИОЛ. Полученные результаты сравнивали с уровнем аберраций 30 здоровых глаз детей с эметропией и некорригированной остротой зрения 1,0, которые составили контрольную группу. В I группу включено 15 пациентов (15 глаз) с монокулярной миопией высокой степени, которым взамен нативного прозрачного хрусталика имплантирована слабоположительная трехчастная складывающаяся ИОЛ Acrysof (Alcon); II группу составили 15 пациентов (15 глаз) с монокулярной гиперметропией высокой степени, которым имплантирована монолитная складывающаяся ИОЛ Centerflex (Rayner) высокой оптической силы. Все ИОЛ являлись сферическими, их оптическая сила составила в I группе $M \pm m = 8,21 \pm 0,44$ D, во II - $M \pm m = 30,07 \pm 0,51$ D. Клиническая рефракция оперированных глаз составляла от $-8,0$ D до $-20,38$ D ($M \pm m = -14,89 \pm 0,61$ D) и от $+6,38$ D до $+12,0$ D ($M \pm m = 7,85 \pm 0,46$ D). Возраст пациентов варьировал от 6 до 17 лет.

Оценивали уровень всех аберраций, уровень аберраций низшего и высшего порядка. Из аберраций высшего порядка вычленили и анализировали кому, трейфойл, сферическую аберрацию и квадрафойл.

Результаты и обсуждение

После операции клиническая рефракция у пациентов с исходной миопией составила $M \pm m = -0,68 \pm 0,27$ D и у пациентов с исходной гиперметропией - $M \pm m = -0,47 \pm 0,34$ D. Средние

значения коэффициентов аберраций факических и артификальных глаз детей I и II группы, а также глаз с эметропией представлены в табл. 1.

Как следует из данных таблицы, исходный уровень тотальных аберраций «Total» в обеих группах ($M \pm m = 12,66 \pm 0,43$ мкм и $M \pm m = 9,11 \pm 0,86$ мкм) значительно превосходил нормальные показатели ($M \pm m = 0,97 \pm 0,38$ мкм) ($P < 0,001$) за счет высоких показателей аберраций низшего порядка «Low» ($M \pm m = 12,64 \pm 0,45$ мкм и $M \pm m = 9,09 \pm 0,83$ мкм). Уровни тотальных и низших аберраций коррелировали с показателями сферического эквивалента. Величина суммарных аберраций высшего порядка «High» при миопии высокой степени ($M \pm m = 0,30 \pm 0,12$ мкм) практически не отличалась от таковой контрольной группы ($M \pm m = 0,32 \pm 0,10$ мкм) ($P > 0,5$); при гиперметропии высокой степени ($M \pm m = 0,49 \pm 0,11$ мкм) - несколько превосходила нормальные показатели, хотя эта разница не являлась статистически значимой ($P > 0,2$). Детальный анализ исходных аберраций высшего порядка также показал, что как при миопии, так и при гиперметропии высокой степени достоверных различий с показателями контрольной группы не наблюдалось ($P > 0,2$).

В результате рефракционной замены хрусталика интраокулярной линзой в обеих группах наблюдалось достоверное снижение тотальных аберраций ($P < 0,001$) благодаря значительному уменьшению аберраций низшего порядка ($P < 0,001$) и приближение этих послеоперационных показателей к норме. После операции суммарные аберрации высшего порядка «High» в обеих группах практически не отлича-

лись от дооперационных показателей ($P > 0,5$). При вычленении отдельных полиномов высшего порядка в I группе выявлено некоторое увеличение «S3», «T.Trefoil» и снижение «S4», однако эти изменения не являлись статистически значимыми ($P > 0,5$). Во II группе увеличение «T.Coma», «T.Sph» и снижение «S3», «T.Trefoil», «S4», «T.4Foil» и «HiAstig» также были несущественными (разница статистически недостоверная, $P > 0,2$). После операции уровень «S3» во II группе, несмотря на несущественное изменение по сравнению с дооперационными данными, после операции стал превышать аналогичный средний показатель контрольной группы ($P < 0,1$). Остальные показатели аберраций высшего порядка артификальных глаз в обеих группах от таковых контрольной группы статистически достоверно не отличались ($P > 0,2$).

При сравнении аберраций высшего порядка на артификальных глазах между исследуемыми группами в I-ой преобладали сферические аберрации («S4» и «T.Sph»), а во II-ой – кома («S3» и «T.Coma»), но различия не были статистически значимы ($P > 0,2$). Тем не менее, различный уровень аберраций на артификальных глазах в исследуемых группах, вероятно, был обусловлен существенной разницей в оптической силе ИОЛ между I-ой ($M \pm m = 6,21 \pm 0,44$ D) и II-ой ($M \pm m = 30,47 \pm 0,51$ D) группами ($P < 0,001$). Сферические ИОЛ высокой оптической силы имеют значительно более выпуклые поверхности оптической части с маленьким радиусом кривизны, в отличие от слаболожительных сферических ИОЛ, характеризующихся более уплощенными поверхностями оптики

Таблица 1. Показатели аберраций оптической системы глаза при миопии и гиперметропии высокой степени до и после рефракционной ленсэктомии с имплантацией ИОЛ и при эметропии у детей и подростков, мкм ($M \pm m$)

Показатель	I Группа (n=15)		II Группа (n=15)		Контрольная группа (n=30)
	До операции	После операции	До операции	После операции	
Total	12,66±0,43	2,25±0,27*	9,11±0,86	1,73±0,28*	0,97±0,38
Low (S1+S2)	12,64±0,45	2,22±0,21*	9,09±0,83	1,66±0,29*	0,61±0,25
High	0,30±0,12	0,31±0,11**	0,49±0,11	0,48±0,10**	0,32±0,10
S3	0,25±0,07	0,27±0,12**	0,43±0,07	0,45±0,07**	0,25±0,08
T.Coma	0,21±0,08	0,22±0,09**	0,21±0,10	0,39±0,12**	0,18±0,11
T.Trefoil	0,15±0,07	0,22±0,10**	0,37±0,12	0,20±0,10**	0,21±0,14
S4	0,23±0,11	0,19±0,13**	0,22±0,08	0,16±0,08**	0,18±0,09
T.Sph	0,14±0,09	0,15±0,08**	0,05±0,06	0,08±0,07**	0,10±0,10
T.4Foil	0,08±0,04	0,09±0,04**	0,15±0,05	0,09±0,04**	0,09±0,03
HiAstig	0,10±0,04	0,11±0,05**	0,16±0,05	0,11±0,02**	0,10±0,07

Примечание: * – различия до- и послеоперационных показателей носят статистически достоверный характер ($P < 0,001$);

** – различия до- и послеоперационных показателей статистически недостоверны ($P > 0,5$)

с большим радиусом кривизны. В связи с этим оптические системы артефактных глаз в I и II группах отличны друг от друга. Соответственно отклонения светового луча при прохождении через ИОЛ разной толщины и радиуса кривизны совершаются по-разному: возникают различные аберрации. Кроме того, нельзя исключать, что неодинаковый уровень аберраций на артефактных глазах в I и II группах может объясняться отличающимся качеством оптики ИОЛ Acrysof и Centerflex.

На рис. 1 (цветная вкладка) представлены aberрометрические карты (цветокодированные распечатки уровня аберраций) правого глаза пациента С., 15 лет, до (слева) и через 2 месяца (справа) после рефракционной лenseктомии с имплантацией ИОЛ, проведенной по поводу гиперметропии высокой степени. До операции сферический эквивалент рефракции правого глаза составлял +9,63 D, острота зрения без коррекции 0,09, с максимальной коррекцией 0,4. Нативный хрусталик был заменен на сферическую ИОЛ оптической силы +28,0 D. После операции сферический эквивалент составил -0,38 D, острота зрения без коррекции 0,4. На диаграммах оптической разности хода лучей "OPD" (верхний ряд) отображено распределение полной преломляющей способности глаза, скорректированной посредством эметропии. О низкой преломляющей способности глаза до операции свидетельствуют холодные синие-голубые цвета диаграммы, сменяющиеся после операции на более теплые зелено-желтые оттенки, указывающие на перемещение к эметропии. На диаграммах суммарного волнового фронта "Wavefront Total map" (средний ряд) отображен тотальный уровень аберраций, закодированный цветом. Диаграммы волновых фронтов высшего порядка "Wavefront High Order map" (нижний ряд) отображают аберрации членов полинома Цернике высшего порядка. Визуализируется выраженное снижение тотальных аберраций при практически неизменном общем уровне аберраций высшего порядка.

На рис. 2 (цветная вкладка) представлены aberрометрические карты левого глаза пациентки Г., 14 лет, до (слева) и через 2 месяца (справа) после рефракционной лenseктомии с имплантацией ИОЛ, проведенной по поводу миопии высокой степени. До операции сферический эквивалент рефракции левого глаза составлял -17,36 D, острота зрения без коррекции 0,02, с максимальной коррекцией 0,2. Нативный хрусталик был заменен на сферическую ИОЛ оптической силы +5,0 D. После операции сферический эквивалент составил -2,0 D (за счет остаточного роговичного астигматизма), острота зрения без коррекции 0,3. О высокой преломляющей способности глаза до операции свидетельствуют теплые оранжевые цвета диаграммы "OPD" (слева), сменяющиеся после операции на зеленые оттенки, указывающие на приближение к эметропии (справа). Исходя из диаграмм "Wavefront Total map" и "Wavefront High Order map", тотальные аберрации в результате операции значительно уменьшились. Диаграмма же аберраций высшего порядка на артефактном глазу несколько отличалась от aberрометрической картины фактического глаза, однако уровень аберраций высшего порядка в целом не увеличился, сохранившись в пределах одного и того же цветового диапазона.

Таким образом, проведенный количественный анализ оптической системы глаза при миопии и гиперметропии высокой степени у детей и подростков показал, что в целом, рефракционная замена прозрачного хрусталика на ИОЛ Acrysof и Centerflex при правильном центральном расположении линзы кардинально снижает уровень аберраций низшего порядка, не увеличивая при этом значимо аберрации высшего порядка. Полученные результаты aberрометрии положительно характеризуют современную рефракционную замену хрусталика, как метод, не оказывающий отрицательного влияния на состояние оптической системы глаза и свидетельствует о возможности его применения в педиатрической практике.

5.10.2011

Список литературы:

1. Алиев А-Г.Д., Исмаилов М.И. Клиническая классификация аберраций оптической системы глаза человека // Офтальмол. Стран Причерноморья: Сб. науч тр. – Краснодар, 2006. – С. 365-371.
2. Балашевич Л.И., Качанов А.Б. Клиническая корнеотопография и aberрометрия / Под ред. проф. Л.И. Балашевича. – М., 2008. – 167 с.
3. Бикбов М.М., Бикбулатова А.А. Результаты применения рефракционной лenseктомии с имплантацией ИОЛ у детей с аметропией высокой степени // Рефракционная хирургия и офтальмология. – 2006. – Т.6. - № 3 – С.16-20.
4. Боброва Н.Ф., Сорочинская Т.А. Рефракционная замена хрусталика в реабилитации детей и подростков с миопией высокой степени // Офтальмологический журнал. – 2003. - №6. - С. 5-10.

5. Венгер Г.Е., Ульянова Н.А. Рефракционная факохирургия при односторонней высокой миопии у детей // Современная микрохирургия врожденных катаракт у детей: Тезисы международной конференции. - Одесса, 2003. - С. 57.
6. Егорова Г.Б., Бородин Н.В., Бубнова И.А. Аберрации человеческого глаза, способы их измерения и коррекции (обзор литературы) // Русский медицинский журн. – 2003. – Т. 4. – № 4. – С. 4-9.
7. Исмаилов М.И. Исследование роли аберраций оптической системы глаза в офтальмохирургии: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. - М. - 2003. - 45 с.
8. Корнюшина Т.А., Розенблюм Ю.З. Аберрации оптической системы глаза человека и их клиническое значение // Вестник оптометрии. - 2002. - №3. - С.13-20.
9. Тахтаев Ю.В. Интраокулярная коррекция аметропий и пресбиопии: дис. ...докт. мед. наук. – С-Пб., 2008.
10. Holladay J.T., Piers P.A., Koranyi G. et al. A new intraocular lens design to reduce spherical aberration of pseudophakic eyes // J. Refract. Surg. - 2002. – Vol.18. – №6. - P.683-691.
11. Miller J.M., Anwaruddin R., Straub J. et al. Higher order aberration in normal, dilated, intraocular lens, and laser in situ keratomileusis corneas // J. Refract. Surg. – 2002. – Vol. 18. – №5. – P. 579-583.
12. Packwood E.A., Lueder G.T., Tychsen L. The role of clear lens extraction in management of highly myopic pediatric eyes // J American Association Pediatric Ophthalmology and Strabismus: Meeting papers and posters. – 2001.
13. Xiong Y., Lu Y., Qu X. et al. Investigation of wavefront aberrations for patients with cataract surgery // Invest Ophthalmol Vis Sci. – 2002. – Vol.43. №12. - P.387.

UDC 617.741-007.21

Bikbov M.M., Bikbulatova A.A.

EYE OPTIC SYSTEM ABERRATIONS BEFORE AND AFTER REFRACTIVE LENS EXCHANGE IN CHILDREN AND ADOLESCENTS

The paper presents analysis of eye optic system aberrations in children and adolescents with high myopia and hyperopia before and after refractive lens exchange. Aberrations tests were performed using OPD-Scan (Nidek). Received results showed that implantation of spherical Acrysof and Centerflex IOLs in place of crystalline lens decreased level of low aberrations, but didn't increase statistically significantly level of higher order aberrations.

Key words: aberration, eye optic system, refractive lensectomy

Bibliography:

1. Aliev A.-G.D., Ismailov M.I. Clinical aberrations classification of human eye optic system // Ophthalmol. Countries of Black Sea region: book of abstracts – Krasnodar, 2006. – P. 365-371.
2. Balashevich L.I., Kachanov A.B. Clinical corneotopography and aberrometry / Edited by L.I.Balashevich. – M., 2008. – 167 p.
3. Bikbov M.M., Bikbulatova A.A. Usage results of refractive lensectomy with IOL implantation at children with ametropia of high degree. // Refractive surgery and ophthalmology. – 2006. – Vol.6. - No 3 – P.16-20.
4. Bobrova N.F., Sorochinskaya T.A. Refractive lens exchange and rehabilitation in children and adolescents with myopia of high degree // Journal of ophthalmology. – 2003. – No 6. - P. 5-10.
5. Venger G.E., Ulyanova N.A. Refractive phacosurgery at one side myopia of high degree in children // Modern microsurgery of inborn cataract in children: Theses of international conf.- Odessa, 2003. - P. 57.
6. Egorova G.B., Borodina N.V., Bubnova N.V., Bubnova I.A. Aberrations of human eye, ways of their changes and correction (literature review) // Russian medical journ. – 2003. – V. 4. – No 4. – P. 4-9.
7. Ismailov M.I. Investigation of aberrations role of eye optic system in ophthalmosurgery: Dissert. abst. ... doc. med. scien. - M. - 2003. - 45 p.
8. Korniyushina T.A., Rozemblyum Yu.Z. Aberration of human eye optic system and their clinical meaning // Vestnik optometry. - 2002. – No.3. – P.13-20.
9. Takhtaev Yu.V. Intraocular correction of ametropia and presbyopia: Dissert. ...doct. med. scien. – S-Pb., 2008.
10. Holladay J.T., Piers P.A., Koranyi G. et al. A new intraocular lens design to reduce spherical aberration of pseudophakic eyes // J. Refract. Surg. - 2002. – Vol.18. – №6. - P.683-691.
11. Miller J.M., Anwaruddin R., Straub J. et al. Higher order aberration in normal, dilated, intraocular lens, and laser in situ keratomileusis corneas // J. Refract. Surg. – 2002. – Vol. 18. – №5. – P. 579-583.
12. Packwood E.A., Lueder G.T., Tychsen L. The role of clear lens extraction in management of highly myopic pediatric eyes // J American Association Pediatric Ophthalmology and Strabismus: Meeting papers and posters. – 2001.
13. Xiong Y., Lu Y., Qu X. et al. Investigation of wavefront aberrations for patients with cataract surgery // Invest Ophthalmol Vis Sci. – 2002. – Vol.43. №12. - P.387.