

Асферические контактные линзы: сущность вопроса?

Т.Дэйв, оптометрист (Великобритания)

Часть 1

В последнее время возник большой интерес к применению контактных линз для коррекции параметров оптической нечеткости помимо сферы и цилиндров.

В идеале для этого нужно наладить производство корректирующих контактных линз по индивидуальным заказам, но в настоящее время одним из непреодолимых барьеров к внедрению таких линз являются высокие затраты. Помимо этого, есть и другие сложные препятствия - производственный процесс, время на освоение новой продукции и др. Чтобы сделать производство коммерчески целесообразным, некоторые производители используют усредненные значения оптических aberrаций у здорового населения для производства контактных линз с заранее заданной степенью коррекции сферических aberrаций.

Цель данной статьи из 2 частей – рассказать специалистам о потенциальной необходимости коррекции сферических aberrаций и осветить возможный эффект такой коррекции. Мы рассмотрим исследование, посвященное оценке оптических aberrаций у здорового населения и их динамике во времени.

Также мы подробно разберем, что специалисты могут сделать

Настоящая публикация является переводом статьи T. Dave «Aspheric contact lenses - what's the deal?», опубликованной в журнале Optician, 2008, 07 of Nov., pp. 22-25; & 05 of Dec., pp. 26-30.
Статья предоставлена для публикации компанией Johnson & Johnson Vision Care.

Основные положения:

- Сферические и цилиндрические нарушения рефракции являются причиной 93% оптических aberrаций глаза;
- Из всех aberrаций высокого порядка сферическая aberrация является основной причиной искажения (нечеткости) видимого изображения;
- Очень важно точно корректировать сферу и цилиндры, прежде чем переходить к коррекции aberrаций высокого порядка;
- У здорового населения сферическая aberrация положительная и составляет $0,1 \pm 0,1$ мкм при ширине зрачка 6 мм;
- Средняя сферическая aberrация здорового глаза составляет примерно 0,12D сферического дефокуса;
- Суммарное взаимодействие роговицы и хрусталика уменьшает общие aberrации глаза.

для улучшения качества зрения своих пациентов. Будет рассмотрен вопрос, могут ли мягкие асферические контактные линзы улучшить качество зрения эффективнее, чем сферические.

Аберрации здоровых глаз

В ходе многочисленных исследований на здоровой популяции участников изучалось разнообразие оптических aberrаций.^{1,2,3}

Одна из наиболее часто цитируемых публикаций относится к исследованию Портера соавто-

рами¹, в ходе которого были обследованы 109 здоровых участников в возрасте от 21 до 65 лет с нарушениями рефракции от +6D до -12D и астигматизмом до -3D. При проведении осмотра с применением aberрометра исследователи измеряли абсолютные значения коэффициентов Цернике, которые представляют собой частный случай сложной математической формулы (полиномы Цернике), описывающей сложные оптические характеристики глаза⁴, в том числе величину сферы, цилиндра, комы, сферических aberrаций и очень много других коэффициентов Цернике, которые в сумме определяют индивидуальные характеристики оптического «отпечатка пальца» конкретного глаза. В вольном переводе это называется среднеквадратичным значением ошибок отклонения реального волнового фронта от идеального.

В своем исследовании Портер измерял aberrации глаза при диаметре зрачка 5,7 мм. При любом измерении оптических aberrаций обязательно нужно учитывать размер зрачка, при котором проводятся измерения, так как с расширением зрачка aberrации возрастают. На рисунке 1 показаны изменения оптических aberrаций по результатам измерений Портера и его коллег. Можно увидеть, что на качество изображения сильнее всего влияют нарушения сферической и цилиндрической рефракции – 93%

КОНТАКТНАЯ КОРРЕКЦИЯ

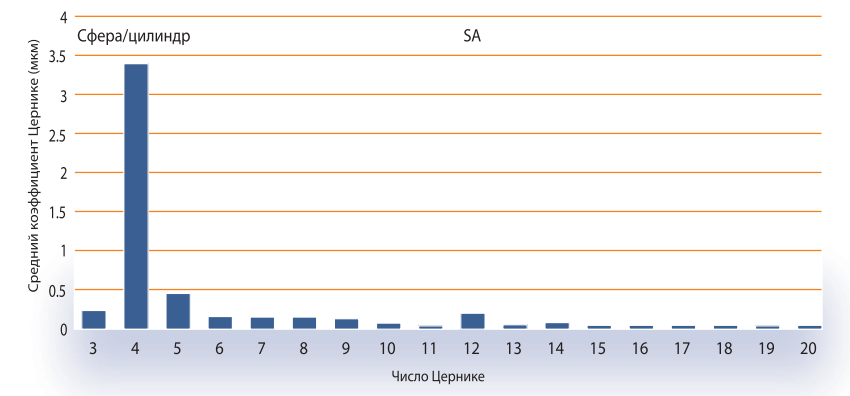


Рис. 1. Распределение среднего абсолютного среднеквадратичного значения ошибок отклонения волнового фронта для каждого коэффициента Цернике (до 5-го порядка). Коэффициенты Цернике с 3 по 5 в единицах ANSI представляют сферический и цилиндрический компоненты, а коэффициент 12 отражает сферическую aberrацию по Цернике. (Взято из отчета об исследовании Портера и др.¹).

среднеквадратичного значения ошибок отклонения волнового фронта являются причиной нескорректированных нарушений сферической и цилиндрической рефракции при диаметре зрачка 5,7 мм.

На рис. 1 представлены вариации aberrаций высокого порядка (помимо сферы и цилиндров) у здоровой популяции. Легко заметить, что чем выше порядок aberrаций, тем меньше они влияют на общее отклонение волнового фронта нормальных здоровых глаз. Самое большое влияние на общую среднеквадратическую ошибку волнового фронта, как видно на модели Цернике, имеет коэффициент 12-го порядка, который называют сферической aberrацией.

Также Портер с коллегами подсчитал среднее значение aberrаций высокого порядка у здоровой популяции. На рис. 2 показано, что у 109 участников, прошедших обследование, средняя aberrация высокой степени оказалась близка к нулю во всех компонентах, кроме сферической aberrации по Цернике. У каждого пациента индивидуальные aberrации высокого порядка значительно варьируются, но в среднем у населения эти различия незначительны. Из aberrаций высокого порядка у здорового населения только у сферической aberrации отмечается устойчивое смещение к положительному значению.

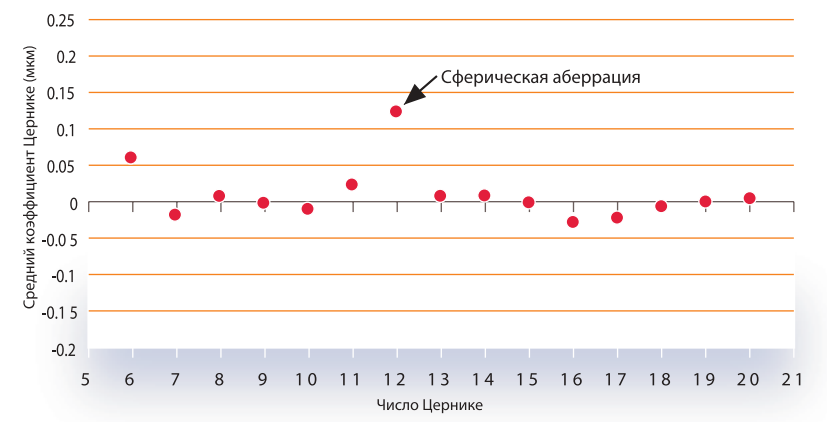


Рис. 2. Усредненные коэффициенты Цернике на основе 109 пациентов в исследовании Портера и др.¹

Это делает спорным утверждение, что следующий параметр после коррекции сферы и цилиндра, который нужно корректировать контактными линзами, - это сферическая aberrация. Нужно учитывать, что сферическая aberrация у населения, будучи в целом положительной, является величиной переменной и подчиняется обычно распределению с пиковым диапазоном $0,1 \pm 0,1$ мкм при диаметре зрачка 6 мм.^{2,5,6} Как специалисты, мы привыкли выражать нечеткость изображения в диоптриях, так как это первое измерение дефокусировки при проверке рефракции. По грубой прикидке, 0,1 мкм сферической aberrации по Цернике в среднеквадратичном значении ошибки волнового фронта дает всего лишь около 0,12D при диаметре зрачка 6 мм.

Более подробное объяснение полиномов Цернике можно найти в статье Чармена, где дан превосходный анализ полиномов Цернике и aberrаций волнового фронта.⁷

Уравновешивающее взаимовлияние роговицы и хрусталика

Многочисленные научные исследования доказали, что роговица имеет форму уплощенного эллипса; чем ближе к периферии, тем более плоской становится роговица (рис. 3).

При плоской роговице положительные сферические aberrации

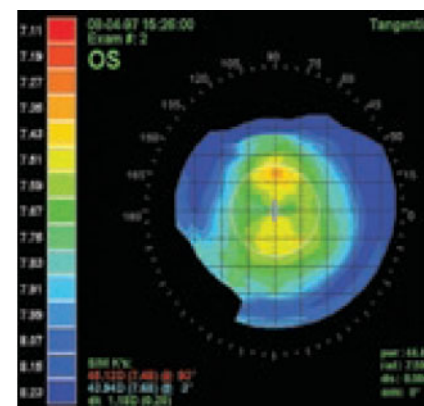


Рис. 3. Уплотнение роговицы у периферии

КОНТАКТНАЯ КОРРЕКЦИЯ

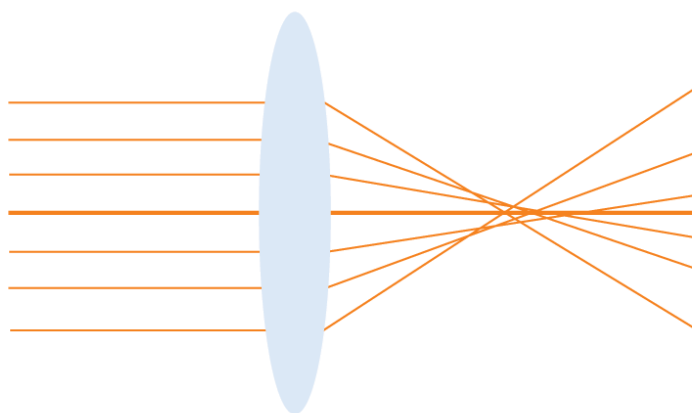


Рис. 4. Симулированный ход луча через линзу для демонстрации сферической аберрации. Оверрефракция периферийных лучей по сравнению с направлением параксиальных (приосевых) лучей приводит к появлению положительной сферической аберрации.

ции гораздо меньше, чем при роговице сферической формы, и все же сферическая аберрация роговицы остается положительной.⁸ Однако сферическая аберрация глаза в целом меньше, чем сферическая аберрация роговицы. Это означает, что хрусталик частично корригирует сферическую аберрацию роговицы.

Исследование, проведенное Арталом⁹ с соавторами, ставило целью изучение взаимодействия роговицы и хрусталика. На примере изучаемой популяции из 57 близоруких и 16 дальнозорких пациентов исследователи обнаружили доказательство наличия компенсаторной аберрации хрусталика, эффективно уменьшающей сферическую аберрацию роговицы.

Сферическая аберрация и ее коррекция

Сферическая аберрация — это свойство сферических поверхностей: лучи, параллельные оптической оси, но проходящие на разных расстояниях от оптической оси, не сходятся в одной точке (рис. 4), в результате чего возникает диффузное круглое пятно вокруг точечных источников света.

Сферическую аберрацию линзы можно минимизировать путем изменения ее формы. Оптимальным решением может стать изменение кривизны поверхности КЛ с помощью асферических кривых на периферии.

На протяжении многих лет для коррекции сферических аберраций производители контактных линз применяют два основных подхода.

Первый подход заключается в коррекции сферических аберраций с помощью сильных сферических мягких контактных линз. Выпускаются КЛ с асферической передней поверхностью, которая минимизирует сферическую аберрацию оптической силой контактной линзы (в частности, линзы Frequency 55 Aspheric производства CooperVision).

Второй подход заключается в комплексной коррекции сферической аберрации контактной линзы и средней сферической аберрации глаза (линзы Pure Vision производства Bausch & Lomb).

Дизайн асферических контактных линз, по заявлению производителей, обеспечивает лучшее качество зрения, чем сферические КЛ. Перед тем, как оценить результаты опубликованных исследований, в ходе которых *in vivo* сравнивались асферические и сферические КЛ, рассмотрим, что происходит со сферическими аберрациями мягкой сферической контактной линзы, когда ее надевает пациент.

Что происходит, когда сферические мягкие линзы оказываются на глазах реальных пациентов?

В воздушной среде сферические мягкие КЛ вызывают сферические аберрации. Линза с положитель-

ными диоптриями вызывает положительные сферические аберрации, а линза с отрицательными диоптриями вызывает, соответственно, отрицательные сферические аберрации.

Однако нас интересуют оптические свойства мягких сферических КЛ не в воздухе. Когда мягкие сферические линзы надевают на асферическую роговицу, они принимают ее форму. В своем исследовании Кокс¹⁰ продемонстрировал, что в результате изгиба мягких линз эффектом сферической аберрации для КЛ от +3,00 до -6,00D можно пренебречь при диаметре зрачка 6 мм.

Подчеркнем, что измерения проводились при диаметре зрачка 6 мм; при дневном и, возможно, сумеречном зрении размер зрачка у большинства пациентов будет меньше 6 мм, и влияние сферической аберрации будет ничтожным даже при большей оптической силе КЛ. Помимо большинства сферических рецептов для зрачка диаметром 6 мм, асферическая оптика полезна при сильных плюсовых диоптриях, в частности, пациентам с афакией. Проведенное Коксом исследование показало, что асферическая передняя поверхность мало влияет на сферическую аберрацию мягких сферических КЛ, поэтому есть ли смысл корректировать сферические аберрации нормального здорового глаза?

Окончание публикации читайте в следующем номере.



Асферические контактные линзы: сущность вопроса? (Часть 2)

Т.Дэйв, оптометрист (Великобритания)

Часть 1 была опубликована в предыдущем номере журнала.

В последние годы появились асферические мягкие КЛ, способные, по заявлению производителей, минимизировать aberrации и улучшить качество зрения.

В ходе недавнего исследования, проведенного Линдсугом Петтерсоном с коллегами¹¹, оценивалось влияние разных контактных линз с/без контроля aberrаций на сферическую aberrацию Цернике. Исследователи сравнивали сферическую aberrацию глаза без коррекции, затем в сферических гидрогелевых линзах ежедневной замены (Focus Dailies от CIBA Vision) и в специально созданных для коррекции нерегулярных aberrаций линзах Optical Definition AC Everyday (Optical Connection). Сравнение двух групп участников исследования выявило статистически достоверную разницу в величине сферической aberrации между носителями двух исследуемых разновидностей КЛ.

К удивлению ученых, со сферическими линзами наблюдалась меньшая остаточная сферическая aberrация, чем с контролирующими aberrации КЛ. Более того, контролирующие aberrации контактные линзы вызывали достоверно большую отрицательную сферическую aberrацию.

В другом аспекте этого исследования сравнивались изменения сферической aberrации в асферических силикон-гидрогелевых линзах (PureVision от Bausch&Lomb, специально созданных для уменьшения комбинационной сферической aberrации

Основные положения:

- Клинические исследования подтверждают теоретические расчеты. Коррекция сферической aberrации нормальных здоровых глаз асферическими линзами не обеспечивает достоверного уменьшения сферической aberrации у пациентов со зрением от +3D до -6D. Однако асферические линзы могут помочь пациентам с гиперметропией.
- Сферическая aberrация глаза не является статичной величиной. Аккомодация глаза вызывает отрицательную сферическую aberrацию. Как правило, при аккомодации сферическая aberrация уменьшается.
- Стабильность слезной пленки играет важную роль в качестве зрения. Низкая стабильность слезной пленки увеличивает на 44% aberrации высокого порядка. Контактные линзы, содержащие увлажняющий компонент (PVP - поливинилпирролидон), включенный в матрицу материала линзы, способствуют уменьшению aberrаций высокого порядка.

линзы и глаза) со сферической aberrацией глаза без контактных линз. Результаты показали, что линза, специально созданная для контроля сферической aberrации, вызвала ее overкоррекцию, приводя к сдвигу средней сферической aberrации в сторону отрицательных значений. Линзы PureVision, по заявлению производителя, вызывают смещение сфе-

рической aberrации на 0,15 мкм при диаметре зрачка 6 мм.

В исследовании Линдсуга Петтерсона сферическая aberrация корригировалась в среднем на 0,19 мкм при диаметре зрачка 6 мм. Интересно отметить, что все участники их исследования были миопами, поэтому изгиб мягкой линзы на роговице миопического глаза вполне мог вызвать overкоррекцию сферической aberrации. Авторы считают полезным измерять aberrацию у пациентов, носящих подобные контактные линзы, и оценивать их влияние в каждом конкретном случае, хотя в клинической практике это может оказаться нецелесообразным, так как aberрометры есть не везде.

В другом исследовании, проведенном Эфроном с соавторами¹², сферические и асферические контактные линзы (Biomedics 55 и Biomedics 55 Evolution (Cooper Vision) сравнивались с точки зрения коррекции коэффициентов сферической aberrации Цернике и остроты зрения в условиях высокой и низкой контрастности. У 10 участников, носивших контактные линзы -2D и -5D, не было отмечено достоверной разницы между сферическими и асферическими линзами в условиях дневного и сумеречного освещения. Измерения aberrации выполнялись в выборке участников с самым маленьким диаметром зрачка; расширение зрачка не проводилось.

Таким образом, aberrации Цернике сравнивались у пациентов с

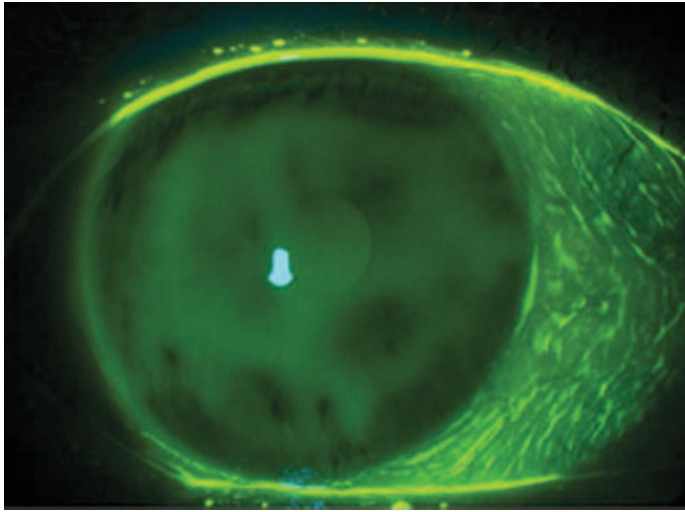


Рис. 1. Разрыв слезной пленки. Темные участки показывают места, где слезная жидкость не увлажняет роговицу.

диаметром зрачка 3,2 мм и линзами -2D при дневном освещении и 3,8 мм при сумеречном освещении, а у пользователей контактных линз -5D - при диаметре зрачка 3,3 мм для дневного освещения и 4,7 мм для сумеречного. Хотя такие измерения не показывают изменения aberrации так, как при стандартном для исследований диаметре зрачка 6 мм, они продемонстрировали уровень aberrации, с которой пациент сталкивается в реальной жизни, и доказали, что асферические линзы не обеспечивают большей остроты зрения, контроля aberrации или улучшенных субъективных ощущений по сравнению с мягкими линзами того же дизайна.

Полученные Эфроном результаты подтвердили выводы Кокса¹⁰, который установил, что для зрачка диаметром до 6 мм коррекция сферических aberrаций не приносит ощутимой пользы при нарушениях рефракции от +3 до -6D у нормальных здоровых глаз.

Также нужно принимать во внимание, что до сих пор речь шла только об aberrации, возникающей в плоскости зрачка с точечного фокуса центральной ямки сетчатки глаза. Влияние КЛ на качество периферического зрения (то есть вне центральной ямки) в вышеприведенных дискуссиях не учитывалось.

Асферические контактные линзы и коррекция астигматизма небольшой степени

Иногда причиной подбора пациенту асферических контактных линз офтальмологи называют необходимость коррекции небольшого астигматизма.

Морган с соавторами¹³ исследовали качество зрения в асферических мягких линзах (Frequency Aspheric, Cooper Vision), торических мягких линзах (SofLens 66 Toric, Bausch & Lomb) и в очках у группы участников с небольшой степенью астигматизма (от 0,75 до 1,00D).

При узком зрачке с упомянутыми тремя средствами коррекции отмечалась лишь незначительная разница остроты зрения в условиях высокой и низкой контрастности, но при большем диаметре зрачка качество зрения было достоверно лучше в торических мягких линзах и очках, чем в асферических КЛ (на полстроки и больше).

Аккомодационные и возрастные изменения сферической aberrации

Таким образом мы показали, что у здоровой популяции aberrации индуцируются роговицей. Однако индивидуальные aberrации высокого порядка для глаза в целом практически равны нулю, за исключением сферической aberrации, которая стабильно остается положительной (в среднем 0,1 мкм).

Какое же преимущество для зрения представляет собой остаточная положительная сферическая aberrация и в чем заключается влияние аккомодации на сферическую aberrацию глаза?

Основной эффект положительной сферической aberrации – это увеличение глубины фокуса при взгляде на далеко расположенный объект. Зрение глаза без aberrаций при взгляде вдаль будет точно-четким, но увеличится расплывчатость других, ближе расположенных объектов. Положительная сферическая aberrация вместе с узким зрачком увеличивает глубину поля зрения, благодаря чему расплывчатость близко расположенных объектов при взгляде вдаль немного уменьшается. Поэтому в том, чтобы оставлять глазу среднюю остаточную положительную сферическую aberrацию +0,1 мкм, есть определенная логика.

Некоторые офтальмологи могут не согласиться с этим утверждением, подчеркнув преимущество четкого зрения вдаль, которое можно улучшить с помощью коррекции средней сферической aberrации популяции с помощью контактных линз и т.п., могут поднять вопрос о влиянии на сферическую aberrацию аккомодации и возрастных изменений. Исследования показали, что с увеличением объема аккомодации сферическая aberrация глаза сложным образом изменяется: по мнению большинства исследователей, она уменьшается и доходит до нуля при 3-4 диоптриях аккомодации.¹⁴⁻¹⁶

Здесь необходимо учитывать два момента. Во-первых, коррекция сферической aberrации у фактически пациента даст коррекцию только на одно определенное расстояние. При аккомодации глаза опять возникнет остаточная сферическая aberrация, которая теперь уже будет отрицательной (потому что аккомодация вызывает отрицательную сферическую aberrацию).

Во-вторых, если кто-то считает, что положительная сферическая aberrация при фокусировании зрения вблизи уменьшает глубину поля зрения (отдаленные объекты

кажутся более расплывчатыми), стоит вспомнить, что во время аккомодации хрусталик увеличивает свою отрицательную сферическую aberrацию, почти или полностью компенсируя общую сферическую aberrацию глаза, что является замечательным примером превосходной организации глаза как оптической системы.

Другая причина, почему целесообразно корректировать сферическую aberrацию у здорового населения, становится очевидной при оценке изменений сферической aberrации у людей различного возраста. Фуджикадо с соавторами¹⁷ пришли к выводу, что aberrации высокого порядка с возрастом увеличиваются – в первую очередь в результате возрастных изменений хрусталика. Специфическое увеличение положительной сферической aberrации с возрастом можно считать еще одним примером удачного устройства оптической системы глаза, учитывая, что с возрастом пациент неуклонно движется к пресбиопии. Множество мультифокальных и внутриглазных линз используют преимущество положительной сферической aberrации для коррекции зрения вдаль и вблизи.

Переменчивость aberrаций высокого порядка

Глаз является биологической тканью; слезная жидкость и моргание влияют на измерения и изменения aberrаций глаза. Разрыв слезной пленки вызывает значительные aberrации зрения (рис. 1). Кох с соавторами¹⁸ на примере 20 здоровых участников исследования продемонстрировали, что aberrации высокого порядка перед разрывом слезной пленки увеличиваются на 44% по сравнению с показателями после разрыва слезной пленки.

В другом, особенно интересном исследовании, Кох с соавторами¹⁹ измерили aberrации высокого порядка у 15 пациентов, не пользовавшихся контактными линзами, и у 15 пользователей КЛ с глазными симптомами (участники жаловались на сухость, расплывчатое и

Таблица 1. Основные результаты исследования Коха и др.¹⁹, посвященного изучению aberrаций высокого порядка у пользователей контактных линз

	Группа, не носившая КЛ	Пользователи КЛ с глазными симптомами
Общие aberrации высокого порядка (среднеквадратичная ошибка волнового фронта, μm)		
1-DAY ACUVUE®	0,163±0,065	0,242±0,157
1-DAY ACUVUE® MOIST™	0,144±0,050	0,140±0,037
Достижимый уровень значимости (двусторонний критерий)	0,109	0,013 (достоверная)
ФИ (Индекс флуктуации)		
1-DAY ACUVUE®	0,131±0,034	0,087±0,104
1-DAY ACUVUE® MOIST™	0,021±0,028	0,018±0,010
Достижимый уровень значимости (двусторонний критерий)	0,018 (достоверный)	0,014 (достоверный)
СИ (Индекс стабильности)		
1-DAY ACUVUE®	0,005±0,009	0,024±0,034
1-DAY ACUVUE® MOIST™	0,002±0,005	0,002±0,003
Достижимый уровень значимости (двусторонний критерий)	0,062	0,019 (достоверный)

неустойчивое зрение и необходимость применения глазных лубрикантов). Последовательные измерения aberrаций высокого порядка выполнялись с помощью aberрометра каждую секунду в течение 60 секунд, причем участников просили моргать через каждые 10 секунд. В обеих группах измерения с aberрометром проводили два раза в двух модальностях гидрогелевых КЛ ежедневной замены: 1-DAY ACUVUE® и 1-DAY ACUVUE® MOIST™ производства “Джонсон и Джонсон Вижн Кэр”. Основным отличием между двумя исследуемыми модальностями линз было наличие в 1-DAY ACUVUE® MOIST™ внутреннего увлажняющего ингредиента (PVP- поливинилпирролидон), внедренного в матрицу этафилкона А, материала этих линз.

Кох с соавторами¹⁸ доказали, что в группе пользователей КЛ с глазными симптомами aberrации высокого порядка оказались достоверно гораздо ниже с линзами 1-DAY ACUVUE® MOIST™. Кроме того, при пересчете результатов aberрометрии в два других контрольных показателя – индекс флуктуации (ФИ) и индекс стабильности (СИ) – выявился меньший разброс значений этих индексов у участников, не пользующиеся контактными линзами, и у пользователей с глазными симптомами в линзах 1-DAY ACUVUE® MOIST™

по сравнению с 1-DAY ACUVUE® (таблица 1). Это означает, что наличие поливинилпирролидона в структуре материала контактной линзы способствует уменьшению переменчивости зрения.

Наши пациенты, пользующиеся линзами частой (не ежедневной) замены, тоже сталкиваются с проблемой отложений на линзах, которые еще сильнее сокращают время разрыва слезной пленки, поэтому мы настоятельно советуем офтальмологам обращать внимание на глазные симптомы пациентов и качество предлинзовой слезной пленки. Возьмите в привычку во время планового осмотра расспрашивать пациентов о качестве зрения сразу после надевания линз, к концу дня и перед плановой заменой, и это поможет вам вовремя почувствовать наличие у пациента проблем со зрением.

Как правило, переход к более частой замене контактных линз или подбор КЛ с лучшей увлажняемостью (например, с внедренным в структуру материала увлажняющим ингредиентом) помогает улучшить качество зрения и смягчить симптомы дискомфорта и сухости глаз.

Как улучшить качество зрения пользователей мягких контактных линз

Наша роль как врачей заключается в том, чтобы обеспечить стабильно четкое зрение нашим пациентам –

Таблица 2. Дополнительные меры для максимизации качества зрения у пользователей мягких контактных линз

- Как можно точнее корригируйте сферу и цилиндры – пациентам с небольшим астигматизмом подбирайте мягкие торические линзы;
- При значительных нарушениях рефракции у пациента сферическая aberrация действительно может увеличивать расплывчатость изображения, в частности, при широком зрачке. Заметьте, что, согласно результатам исследований, линзы, специально созданные для коррекции сферической aberrации, не обеспечивают лучшего качества зрения по сравнению с традиционными сферическими КЛ;
- Оценивайте движение линзы на глазу, ее центровку и ротацию – эти факторы играют существенную роль в уровне качества зрения, особенно при выраженных нарушениях рефракции;
- Выявляйте наличие симптомов, способных влиять на качество зрения, с помощью подробного опроса пациента - «Как вы оцениваете качество вашего зрения?» (субъективная оценка здесь очень полезна); уточняйте, «когда» [появляются симптомы] - к концу дня, во время работы за компьютером, последние несколько дней, перед плановой заменой линз новыми и т.д.;
- Оценивайте состояние кромки век и качество слезной пленки (включая время разрыва слезной пленки с внешней стороны линзы). На aberrации высокого порядка очень сильно влияет плохое качество слезной пленки;
- Оценивайте наличие отложений на линзах - они мешают четко видеть и увеличивают aberrации высокого порядка; многие пациенты заявляют об улучшении зрения после моргания;
- Рассмотрите следующие варианты лечения:
 - если острота зрения снижается перед плановой заменой линз, порекомендуйте пациенту чаще заменять линзы новыми или подберите ему, например, КЛ ежедневной замены;
 - если отложения обусловлены материалом линз - например, липидные отложения на силикон-гидрогелевых КЛ, подберите пациенту линзы из другого материала, или КЛ ежедневной замены, или более сильную систему по уходу. Появление силикон-гидрогелевых КЛ ежедневной замены позволяет избежать появления отложений и одновременно выиграть от высокого пропускания кислорода. Если липидные отложения на линзах связаны с дисфункцией мейбомиевых желез, вышеуказанные меры нужно принимать одновременно с соответствующим лечением век.
 - выбирайте контактные линзы с высокой увлажняемостью. Недавние исследования показали, что линзы с внедренным в структуру материала ПВП снижают aberrации высокого порядка, особенно у пациентов с симптомами сухости глаз.

пользователям контактных линз. В данной статье описано, что существующие асферические мягкие линзы специально созданы с целью минимизировать aberrации и улучшить качество зрения «среднего» пациента.

Однако индивидуальные различия, включая форму глаза, размер зрачка, рефракцию, аккомодацию и качество слезной пленки, означают, что существует и разная степень оптических aberrаций, поэтому специфический «средний» дизайн

может не привести к улучшению качества зрения у тех, кто не подходит в категорию «средних», а у некоторых пациентов даже ухудшить зрение. Последние исследования показали, что линзы, контролируемые сферические aberrации, имеют ограниченное применение для улучшения качества зрения у большинства пользователей, хотя и могут положительно повлиять на зрение пациентов с выраженными нарушениями рефракции или широкими зрачками.

Чтобы убедиться в том, что ваших пациентов устраивает качество зрения в контактных линзах, вы можете принять ряд дополнительных мер (таблица 2).

Заключение

Многочисленные исследования показали, что средняя сферическая aberrация глаза составляют 0,1 мкм, что в пересчете на диоптрии соответствует малой степени нарушения четкости зрения.

Нужно учитывать сферическую aberrацию при коррекции выраженных нарушений рефракции, особенно при высокой гиперметропии, потому что корригирующие контактные линзы еще больше увеличивают положительную сферическую aberrацию. Обычно сферическая aberrация играет скромную роль в четкости зрения при нарушениях рефракции больше +3 и -6D при зрачке 6 мм, а в случаях, когда диаметр зрачка меньше 6 мм, этот диапазон еще меньше. Асферическая оптика, применяемая в контактных линзах для уменьшения aberrаций высокого порядка, в настоящее время не способна улучшить качество зрения у большинства пользователей КЛ.

Справочные сведения

• *Доктор Тразит Дэйв – оптометрист, специализирующийся в сфере контактных линз и офтальмологического оборудования. Он читает лекции в Великобритании и за ее пределами и является директором по профессиональным вопросам в «Оптимед», компании, специализирующейся в создании трехмерной медицинской анимации. Доктор Дейв является членом высшего преподавательского состава Института «Джонсон и Джонсон Вижен Кэр» и не имеет финансовой заинтересованности в J&J или ее продукции.*

Данная статья написана при поддержке (гранте) компании «Джонсон и Джонсон Вижен Кэр», основана на передовой статье издания «Contact Lens & Anterior Eye» и публикуется с разрешения редакции. Автор благодарит Анну Салли за ее редакторский вклад.

СПРАВОЧНАЯ ЛИТЕРАТУРА (для частей 1 и 2)

1. Портер Дж., Джурао А., Кокс И.Дж. и Уильямс Д.Р. «Монохроматические аберрации человеческого глаза у большой популяции». *Журнал оптического общества Америки*, 2001; 18(8), 1793-1803.
2. Тибос Л., Хонг К., Брэдли А. и Ченг К. «Статистические вариации структуры аберрации и качества зрения у нормальной популяции со здоровыми глазами». *Журнал оптического общества Америки*, 2002; 19(12), 2329-48.
3. Тибос Л., Брэдли А., Хонг К. «Модель аберрационной структуры нормальных глаз с хорошей коррекцией». *Офтальм. Физиол. Опт.*, 2002; 22; 1793-1803.
4. Дейв Т. «Аберрометрия волнового фронта, части 1 и 2». *Оптометрия сегодня*, 2004; 19:41-5, 21-3, 19 ноября, 3 декабря.
5. Уонг Л., Коч Д.Д. «Возрастные изменения аберраций высокого порядка роговицы и глаза». *Эм. Дж. Офтальмол.*, 2004; 137 (6 июня): 988-92.
6. Вонг И., Жао К., Инь И., Ниу И, Зуо Т. «Изменения аберраций высокого порядка близоруких глаз при различном диаметре зрачков». *Дж. Рефракт. Сердж.*, 2002; 19 (приложение 2, март-апрель): S270-4.
7. Чармен У.Н. «Технология волнового фронта: прошлое, настоящее, будущее». *Контактная линза и передний отдел глаза*, 2005; 28, 75-92.
8. Артал П., Джурао А, Беррио И. и Уильямс Д.Р. «Компенсация аберрации роговицы внутренними оптическими системами человеческого глаза», *Джорнэл оф вижен*, 2001; 1(1), 1-8.
9. Артал П., Бенито П., Табернеро Дж. «Человеческий глаз как пример прекрасного оптического дизайна». *Джорнэл оф вижен*, 2006; 6, 1-7.
10. Кокс И. ««Почему» и «отчего» качества зрения в мягких контактных линзах». *Контактная линза и передний отдел глаза*, 2000; 23, 3-9.
11. Линдскуг Петтерсон А.С., Джарко С., Элвин А., Ансбо П., Браутасет Р. «Сферические аберрации при ношении контактных линз». *Контактная линза и передний отдел глаза*, 2008; 31, 189-193.
12. Эфрон С., Эфрон Н., Морган П.Б. «Оптические характеристики и качество зрения в асферических мягких контактных линзах». *Оптом. Виж. Сайнс*, 2008; 85:201-210.
13. Морган П.Б., Эфрон С.И., Эфрон Н., Хилл И.А. «Неэффективность асферических мягких контактных линз для коррекции небольшой степени астигматизма». *Оптом. Виж. Сайнс*, сентябрь 2005; 82(9): 823-8.
14. Атчинсон Д.А., Коллинз М.Дж., Уайлдсот С.Ф., Кристенсен Дж. и Уотеруорт М.Д. «Измерение монохроматических аберраций человеческого глаза как функции аккомодации по методу аберроскопии Холанда». *Вижен рисерч*, 1995; 35, 313-323.
15. Лопес-Джил Н., Иглесиас И. и Артал П. «Качество изображения на сетчатке человеческого глаза как функция аккомодации», *Вижен рисерч*, 1998; 38, 2897-2907.
16. Хи Дж.С., Бернс С.А. и Маркос С. «Монохроматические аберрации аккомодированного человеческого глаза». *Вижен рисерч*, 2000; 40, 41-8.
17. Фуджикадо Т., Курода С., Ниномия Н., Маеда И., Тано Т., Ошика И., Хирохара Т. Миаши. «Возрастные изменения аберраций глаза и роговицы». *Американский журнал офтальмологии*, 2004; 138(1), 143 - 146.
18. Кох С., Маеда Н., Курода Т. и др. «Эффект времени разрыва слезной пленки на аберрации высокого порядка, измеренный с помощью сенсора волнового фронта». *Американский журнал офтальмологии*, 2002; 134:115-117.
19. Кох С., Маеда Н., Хамано Т., Хирохара И., Миаши Т., Хори И., Хосохата Дж., Фуджикадо Т., Тано И. «Эффект внутренних смазывающих ингредиентов мягких контактных линз частой замены в отношении аберраций высокого порядка после моргания». *Глаз и контактная линза*, 2008; 34(2); 100-105.