

Высокое качество зрения

К. Чэн, Т.Маджио, Б.Джонсон, Б.Палл, Ш.Колс-Бреннан
(Johnson & Johnson Vision Care Inc., США)

Проверка остроты зрения (VA) по Снеллену является основным методом исследования зрения в клинической практике, несмотря на то, что этот традиционный способ измерения VA не слишком эффективен для оценки качества зрения в условиях реального мира, в котором пациенты имеют дело с визуальными объектами, имеющими разную пространственную частоту и различные уровни яркости и контраста.

Целый ряд факторов способны ухудшить качество зрения при оптимально подобранной коррекции, начиная с состояния слезной пленки, являющейся первой динамичной преломляющей поверхностью глаза. Для поддержания хорошего зрения слезная пленка должна быть ровной и стабильной в течение всего интервала времени между морганиями. Это в свою очередь требует, чтобы глаз не просто производил достаточное количество слезы, но чтобы слеза была высококачественной с правильным балансом и конфигурацией липидов, муцинов и воды, что необходимо для поддержания равномерного распределения слезы и создания прозрачной преломляющей поверхности. Если качество слезной пленки низкое, свет будет рассеиваться до достижения сетчатки, что ухудшит качество изображения.

Кроме влияния слезной пленки на качество зрения следует отметить, что глаз сам по себе не является идеальной оптической системой. Аберрации высших порядков (АВП) – кома, трилистник и сферические аберрации роговицы и хрусталика – также могут влиять на качество зрения. Средняя величина АВП у здоровых людей (измеренная при диаметре расширенного зрачка 7,5 мм) эквивалентна ошибке волнового фронта, соответствующей дефокусу менее 0,25 D.¹ При кератоконусе или после кератопластики уровни АВП глаза могут быть гораздо выше.

Наконец, мозг также влияет на качество зрения. Нейронная обработка позволяет головному мозгу заполнить пробелы в изображении на основании накопленного опыта, но она также может ограничить зрительное восприятие посредством выборочной приоритезации визуальных стимулов и факторов, таких как настроение, внимание и усталость.

Влияние контактных линз

Когда в сложную оптическую систему человека вводится искусственное тело, например, контактная линза, то множество дополнительных факторов, связанных с ее материалом и конструкцией, начинают влиять на качество зрения.

Перевод статьи X.Cheng, T.Maggio, B.Johnson, B.Pall and Ch. Coles-Brennan "High performance vision", опубликованной в OPTICIAN, 6 October 2017, p.25-27. Статья предоставлена компанией ООО "Джонсон & Джонсон".

X.Cheng et al. "High performance vision".

The authors help us understand what might be happening when a patient tells you things look sharper, brighter or clearer with their new contact lenses.

Например, посадка мягкой линзы может повлиять на качество зрения. В реальных условиях качество зрения с торической линзой в значительной степени зависит от ее ротационной стабильности, обеспечивающей правильное положение оси линзы; и особенности дизайна торической линзы должны быть учтены для обеспечения оптимального зрения в этих условиях.

Производители контактных линз стремятся производить оптически высококачественные линзы с минимальными нежелательными аберрациями. Тем не менее, небольшие деформации, влияющие на качество зрения, могут появиться даже после изготовления линз, например, если линза свернется или прилипнет к верхней части блистера.

Полимерная структура линзы также может повлиять на качество зрения. Взаимодействие материала линзы со слезной пленкой может повысить или ухудшить качество зрения. Неоднородность материала линзы также может повлиять на качество зрения из-за разницы в значениях показателя преломления и разного рассеяния при прохождении света через разные компоненты полимера и из-за неоднородной гидратации разных областей полимера, а также с течением времени.

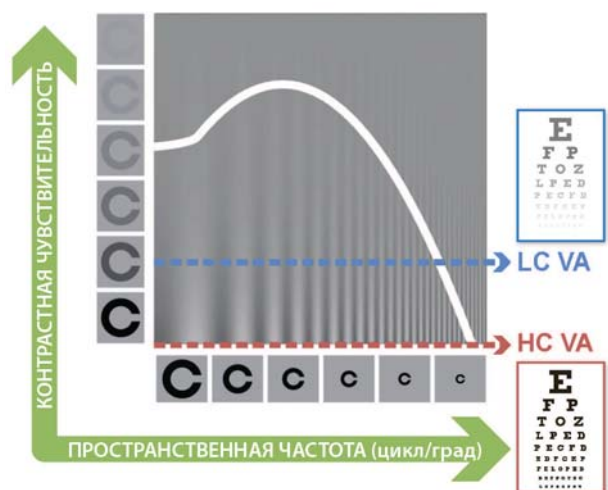


Рис. 1. Типичная функция контрастной чувствительности (CSF). HC – высокий контраст, LC – низкий контраст
Изображение приведено с разрешения Adaptive Sensory Technology, Inc.

При надевании контактная линза тут же расслаивает слезную пленку, изолируя мембрано-связанные муцины от свободно плавающих в предлинзовой слезной пленке муцинов.² Для преодоления разобщения муцинов слезной пленки в материал контактных линз добавляются полимеры с муцино-подобными свойствами для восстановления градиента, поддерживаемого в слезной пленке в естественном состоянии.³ Однако не все полимеры или составы одинаковы – для достижения оптимального баланса компонентов материала необходимы разработки в области химии полимеров и клинические исследования.

Измерение качества зрения

Существует много факторов, которые могут поддерживать или ухудшать качество оптической системы глаза с контактной линзой или без нее. Каким же образом все это можно объединить, чтобы определить качество оптической системы в целом и в конечном счете качество зрения пациента?

Функция передачи модуляции (MTF) является одним из классических показателей для оценки общего качества оптики. Кривые MTF могут быть получены в лабораторных условиях для определения качества оптики контактной линзы. Для определения качества зрения используется функция контрастной чувствительности (CSF), являющаяся физиологическим аналогом MTF. Значения CSF измеряют, предъявляя зрительные стимулы с разными комбинациями контраста и пространственной частоты и регистрируя порог реагирования для каждой комбинации. Совокупность полученных пороговых значений и является CSF.⁴ Область под кривой CSF описывает полное зрительное «пространство», которое может воспринять пациент.⁵ Чем больше область под кривой CSF, тем лучше у пациента пространственное зрение (Рис. 1). Область слева от пика кривой CSF более характерна для слабовидящих пациентов или при некоторых офтальмологических или неврологических заболеваниях. В диапазоне с более высокой пространственной частотой (в правом конце оси X) изображение может быть воспринято только при более высоком контрасте (значения оси Y). Определение VA по Снеллену при обследовании здоровых людей, как правило, выполняется при полном контрасте и при высоких пространственных частотах, т.е. в областях, находящихся в правом нижнем углу кривой CSF. Если использовать оценку VA при низком контрасте (на рисунке показана пунктирной синей линией), то можно получить еще одну точку для кривой CSF. Но наилучшая информация об общем качестве зрения достигается путем получения всей кривой CSF.

Острота зрения, измеренная обычным образом в клинической практике, например, с помощью таблицы Снеллена в условиях высокого контраста, является по существу лишь одной точкой на кривой CSF и, следовательно, ограниченно отражает зрительную функцию пациента по сравнению с CSF. Разница между VA и CFS наблюдается при многих состояниях, в том числе при катаракте, синдроме сухого глаза и возрастной макулодистрофии, при которых ухудшение VA не пропорционально ухудшению зрения, ощущаемому пациентом.⁵ Последнее лучше от-

ражается значительными изменениями в CSF. Любая деградация CSF станет особенно заметна в ситуациях, когда контраст снижается, например, при наличии дыма, во время дождя или из-за бликов, возникающих от фар едущих навстречу машин. На верхней части рис. 2 приведено изображение с пониженным контрастом – полосы на зебре трудно увидеть. Так может быть видно из-за тумана или дыма в воздухе. На нижнем изображении, полученном при высоком контрасте, полосы на зебре увидеть (различить) легче. Поскольку единственным изменением в изображениях является контраст, то не разница в разрешающей способности глаза дает возможность увидеть полосы, а лишь изменение контраста.

CSF может быть точно измерена путем проведения сложных психофизических исследований. Однако такие исследования весьма утомительны, трудоемки и требуют подготовки пациентов. Многие клинически используемые тесты для изучения контрастной чувствительности, хотя и подходят для диагностики некоторых заболеваний, могут не давать требуемой точности для выявления разницы в качестве зрения здоровых глаз при коррекции разными контактными линзами. В настоящее время разрабатываются новые компьютерные тесты для определения CFS, оптимизирующие процедуру тестирования с целью получения результатов с лабораторной точностью за гораздо более короткое время.

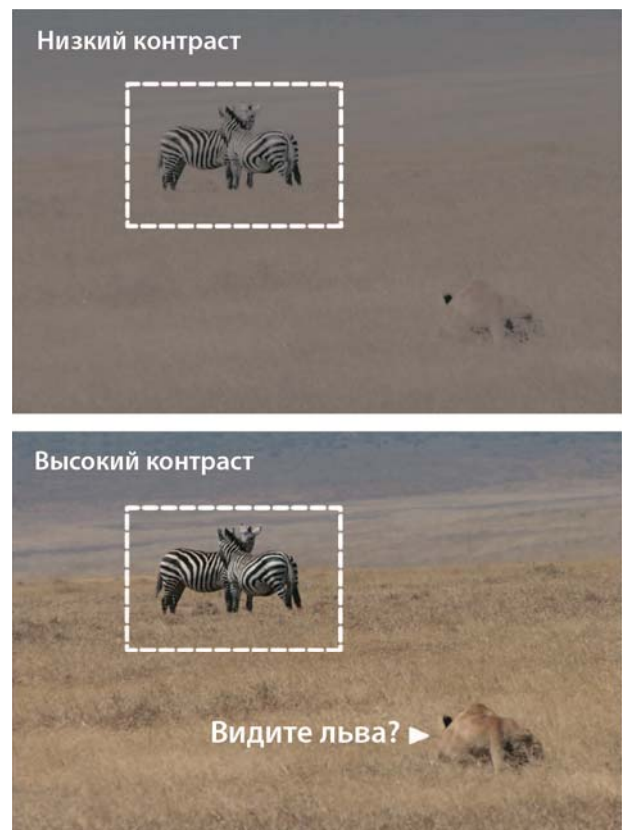


Рис. 2. Иллюстрация влияния пониженной контрастной чувствительности на качество зрения. Контрастная чувствительность определяет порог зрительного восприятия.

Оптическая точность новой контактной линзы

Новая однодневная контактная линза была разработана специально для взаимодействия со слезой, чтобы помочь поддерживать идеальную слезную пленку для оптимизации комфорта и качества зрения.

Контактная линза ежедневной замены ACUVUE OASYS 1-Day с технологией HydraLuxe (сенофилкон А) содержит PVP (поливинилпирролидон), инкорпорированный в полимер линзы. Высокомолекулярный PVP (имеющий вид длинной цепочки) обладает свойствами увлажнения и смазывания, сходными со свойствами муцинов естественной слезной пленки, и может помочь выстроить «мостики» между мембрано-связанными муцинами в подлинзовом пространстве и муцинами, свободно плавающими в слезной пленке перед линзой.³ Помогая привлекать и удерживать воду на линзе и создавая более «привычное» окружение для истонченной предлинзовой слезной пленки, такой подход, как полагают, способствует поддержанию стабильной слезной пленки. Как отмечалось ранее, слезная пленка является ключевым фактором для качества зрения.

Для лучшего понимания и количественной оценки качества зрения при ношении линз ACUVUE OASYS 1-Day в США было проведено рандомизированное маскированное перекрестное исследование без приобретения линз с участием 35 пациентов с миопией в возрасте от 18 до 39 лет, являющихся текущими пользователями контактных линз и не имеющих заболеваний глаз.⁶ У участников измеряли контрастную чувствительность при ношении каждого из трех типов линз: (1) тестируемых линз (Т) из сенофилкона А с модификациями в поперечных шивках полимера, а также в дизайне и процессе производства (ACUVUE OASYS 1-Day), (2) тестируемых линз в комбинации с очковой линзой +0,25 D в пробной оправе в качестве положительного контроля (С1); и (3) линз из сенофилкона А (линзы ACUVUE OASYS двухнедельной замены) в качестве отрицательного контроля (С2).

Остроту зрения в единицах LogMAR измеряли в двух сложных зрительных условиях: при высоком уровне освещенности с низким контрастом (HLLC) и при низком

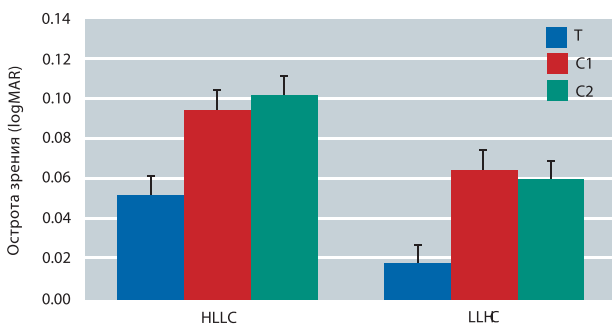


Рис. 3. Сравнение остроты зрения (LogMAR) в тестируемых (Т) и контрольных линзах (С1, С2) в условиях высокой яркости (160 кд/м²) / низкого контраста (10%) (HLLC) и в условиях низкой яркости (2,5 кд/м²) / высокого контраста (100%) (LLHC)
Т – тестируемая линза ACUVUE OASYS 1-Day
С1 – положительный контроль (тестируемая линза + очковая линза +0,25 D)
С2 – отрицательный контроль

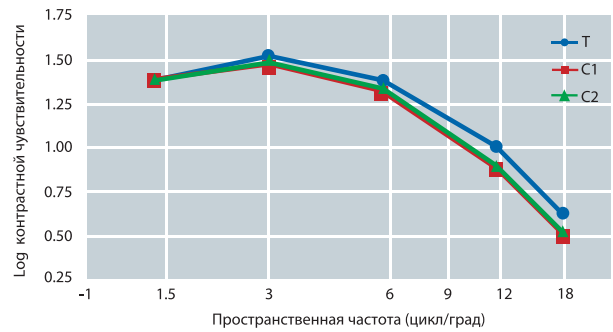


Рис. 4. Сравнение функции контрастной чувствительности для исследуемых линз
Т – тестируемая линза ACUVUE OASYS 1-Day
С1 – положительный контроль (тестируемая линза + очковая линза +0,25 D)
С2 – отрицательный контроль

уровне освещенности с высоким контрастом (LLHC). Измерение контрастной чувствительности было проведено на платформе Sentio по технологии Adaptive Sensory Technology, которая использует усовершенствованный алгоритм для быстрого определения функции контрастной чувствительности CSF. В предыдущих исследованиях было показано, что результаты быстрой оценки CSF согласуются с данными, полученными с использованием традиционного психофизического тестирования,⁷ что свидетельствует о применимости методики быстрого измерения CSF для популяции с нормальным зрением.

Острота зрения (LogMAR) с тестируемой линзой была статистически выше чем с контрольными линзами для обоих условий испытания (рис. 3). Тестируемая линза по контрастной чувствительности также была статистически лучше контрольных линз – по измеренной площади под кривой CSF (рис. 4). На первый взгляд, разница между тестируемой и контрольными кривыми CSF, полученными быстрым методом, может показаться не особенно значимой, но она соответствует увеличению площади под кривой CSF для тестируемой линзы на 14–30% по сравнению с контрольными линзами, что отражает высокий уровень оптической точности тестируемой линзы, позволяющий улучшить качество зрения.^{6,8}

Важно также отметить, что различия между кривыми CSF наблюдаются в диапазоне от 5 cpd (цикл/градус угла зрения) и выше, что соответствует зрительным условиям, обычно встречающимся в реальной жизни; кроме того более высокие значения CSF также обеспечивают лучшее качество зрения при различении мелких деталей.

Примечательно, что добавление небольшой дефокусировки (0,25D) снижает CSF, существенно ухудшая оптическую точность новой линзы. Хотя участники этого исследования CSF имели незначительный астигматизм (<0,50D), мы знаем, что коррекция астигматизма важна для достижения всех преимуществ оптической системы. Другие исследователи сообщают, что 92% пациентов с астигматизмом слабой степени заявляют об улучшении качества изображения в торических линзах по сравнению с использованием сферических контактных линз (с

оптической силой, равной сферическому эквиваленту).⁹ Необходимо точное измерение рефракции и полная коррекция рефракционных ошибок для реализации преимуществ технологии новых контактных линз в обеспечении высокой оптической точности. Контактные линзы с оптимизированными оптическими свойствами могут также помочь уменьшить число отказов среди новых пользователей; два проведенных в последнее время в Великобритании исследования показали, что качество зрения является одной из основных причин отказа от ношения линз.^{10,11}

Предпочтения пациентов

Качество зрения, установленное в исследовании CSF, может объяснить предыдущие сообщения о высокой субъективной удовлетворенности качеством зрения при ношении линз ACUVUE OASYS 1-Day.¹² Так, в рандомизированном маскированном для пациента перекрестном клиническом исследовании (2015 г., N=119) пациенты были случайно распределены для ношения линз ACUVUE OASYS 1-Day или линз Dailies Total 1 (Alcon) в первую неделю и переведены на ношение других однодневных линз на второй неделе. Участники исследования, выразившие предпочтение, выбрали линзы ACUVUE OASYS 1-Day по критерию превосходного качества в целом почти в два раза чаще. Статистическое превосходство было также показано при оценке зрения, полученной на основании заполняемой пациентом анкеты с вопросами о его ощущениях от ношения контактных линз (CLUE)¹³, являющейся утвержденным инструментом анализа оценок пациентов (PRO). Анкета разработана независимой исследовательской фирмой для компании Johnson&Johnson

Vision и соответствует Руководству FDA по PRO.¹⁴ Анкета CLUE была разработана специально для оценки ношения мягких однодневных контактных линз; общая оценка 60 баллов или выше указывает на качество выше среднего уровня, а различие в 5 баллов и больше считается клинически значимым. Пациенты сообщили, что они больше удовлетворены качеством зрения в целом при ношении линз ACUVUE OASYS 1-Day (оценка по CLUE 71 против 64).^{8,15} При рассмотрении отдельных пунктов анкеты CLUE можно отметить, что участники сообщили о более высоких уровнях удовлетворенности линзами ACUVUE OASYS 1-Day по критериям: качество зрения ночью (92% полностью согласны/согласны), уверенность при вождении автомобиля в ночное время (95% согласны/полностью согласны) и удовлетворенность зрением вдаль сразу после первого надевания (97% согласны/полностью согласны). Кроме того, 92% пациентов сообщили об отличной или очень хорошей четкости зрения во время их обычных занятий в течение дня при ношении линз ACUVUE OASYS 1-Day, а 79% заявили, что они редко или никогда не испытывали усталость глаз.¹⁵

Эти результаты подтверждают, что вдохновленная идеальной слезной пленкой оптика высокой четкости линз ACUVUE OASYS 1-Day способствует достижению оптимального зрения и контрастной чувствительности.

Достижение высочайшего качества зрения требует, чтобы все компоненты оптической системы работали слаженно. Специалисты должны позаботиться о максимально высоком качестве зрения еще до назначения линз пациентам и оценить возможности рекомендуемых линз с точки зрения их способности улучшить или ухудшить качество зрения.

Список литературы

1. Thibos LN, Hong X, Bradley A, Cheng X. Statistical variation of aberration structure and image quality in a normal population of healthy eyes. *J Opt Soc Am A* 2002;19(12):2329-48.
2. Craig JP, Willcox MDP, Argueso P, et al. The TFOS International Workshop on Contact Lens Discomfort: Report of the contact lens interactions with the tear film subcommittee. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2013;54:TFOS123-TFOS156.
3. Sterner O, Karageorgaki, Zurcher M et al. Reducing friction in the eye: a comparative study of lubrication by surface-anchored synthetic and natural ocular mucin analogues. *ACS Applied Materials & Interfaces*, PAP 2017 (DOI: 10.1021/acsami.6b16425 *ACS Appl. Mater. Interfaces* 2017, 9, 20150–20160)
4. Pelli DG, Bex P. Measuring contrast sensitivity. *Vision research*. 2013;90:10-14.
5. Owsley C. Contrast sensitivity. *OphthalmolClin North Am* 2003;16(2):171-7.
6. Cheng X, Moody K, Xu J, et al. Visual performance of silicone hydrogel daily disposable contact lenses. BCLA poster, 2017.
7. Lesmes LA, Lu ZL, Baek J, Albright TD. Bayesian adaptive estimation of the contrast sensitivity function: the quick CSF method. *J Vis*, 2010;10(3):17.1-21
8. JJV Data on file 2017. Improved optical performance and vision compared to ACUVUE OASYS® Brand Contact Lenses with HYDRACLEAR® Plus Technology
9. Milton A, Murphy M, Rose B, et al. Demonstrating correction of low levels of astigmatism with realistic scenes. *Cont Lens Anterior Eye* 2016;39(1):26-37.
10. Sulley A, Young G and Hunt C. Factors in the success of new contact lens wearers. *Cont Lens Anterior Eye* 2016;40:1 15-24.
11. Sulley A, Young G, Hunt C et al. Prospective evaluation of new contact lens wearer retention rates. *Eye & CL* 2017 (in press).
12. McParland M, Pall B, Schnider C. New lens for demanding days. *Optician* 2016; 03 June 2016: 24-28.
13. Wirth RJ, Edwards MC, Henderson M, Henderson T, Olivares G, Houts CR. Development of the Contact Lens User Experience: CLUE Scales. *Optom Vis Sci*. 2016;93(8):801-8
14. Guidance for Industry: Patient-Reported Outcome Measures: Use in Medical Product Development to Support Labeling Claims <http://www.fda.gov/downloads/Drugs/.../Guidances/UCM193282.pdf>.
15. Whittam D. A contact lens that can stand up to demanding days. *Contact Lens Spectrum* 2016; May.