

## Гомеостаз глазной поверхности и дизайн контактных линз

*Bausch + Lomb ULTRA® ONE DAY однодневные силикон-гидрогелевые контактные линзы сочетают в себе две инновационные технологии, которые вместе способствуют защите, питанию и стабилизации слёзной плёнки для поддержания естественной среды глазной поверхности и комфорта до 16 часов ношения.<sup>1</sup>*



**Марджори Рах, врач-офтальмолог, оптометрист**  
Руководитель медицинской поддержки отдела контактной коррекции

### Введение

Гомеостаз — это состояние динамического равновесия, присущее всем системам организма, и глазная поверхность не является исключением. Сразу после надевания контактные линзы меняют баланс среды глазной поверхности, разделяя слезную пленку и вызывая изменения биофизических показателей.<sup>2-4</sup> Факторы окружающей среды и индивидуальные факторы пациента, такие как частота моргания и качество слезной жидкости, также могут менять естественный баланс во время ношения контактных линз.<sup>5</sup> Эти изменения в гомеостазе глазной поверхности могут проявляться в виде симптомов дискомфорта и снижения четкости зрения.<sup>2, 6</sup>

### Свойства материалов и гомеостаз глазной поверхности

Степень воздействия контактных линз на гомеостаз глазной поверхности в значительной мере зависит от материалов, из которых эти контактные линзы изготовлены.<sup>2-4</sup> Современные разработки в области технологии материалов для контактных линз направлены на снижение воздействия на глазную поверхность, увеличение влагосодержания и смачиваемости при сохранении высокой кислородной проницаемости линз. Кроме того, использование однодневных контактных линз может способствовать более ответственному соблюдению режима ношения благодаря устранению факторов связанных с использованием очищающих растворов.<sup>7</sup>

Ключевым фактором воздействия контактных линз на гомеостаз глазной поверхности является их кислородная проницаемость. Для обеспечения нормального клеточного метаболизма бессосудистой роговице требуется кислород из окружающей среды. Недостаточная кислородная проницаемость материала может привести к гипоксии, вызванной контактными линзами, и, в конечном итоге, к отёку роговицы.<sup>4, 8</sup> Для поддержания гомеостаза глазной поверхности, а также для сохранения здорового вида глаз, материал контактных линз должен обеспечивать достаточную кислородную проницаемость.

Другое важное свойство материала линзы, которое влияет на гомеостаз глазной поверхности — это его модуль упругости. Модуль упругости определяет способность материала сопротивляться деформации и реагировать на напряжение и динамическую нагрузку. Что касается материалов контактных линз, высокий модуль упругости может создавать высокое сопротивление века при моргании.<sup>3</sup> Вы-

сокий модуль упругости силикон-гидрогелевых линз предыдущих поколений приводил к развитию таких осложнений, как гигантский папиллярный конъюнктивит и образование муциновых инфильтратов на роговице. И наоборот, материалы с низким модулем упругости могут помочь снизить воздействие на глазную поверхность и обеспечить комфорт для пользователя.<sup>3, 9</sup>

Также на гомеостаз глазной поверхности может влиять влагосодержание материала и его устойчивость к дегидратации. В то время как основная функция контактных линз заключается в коррекции зрения, материал линз должен быть способен противостоять потере влаги, чтобы сохранить свои оптические свойства. Поэтому при подборе контактных линз также важно учитывать стабильность слёзной пленки. Стабильная, сбалансированная слёзная пленка образует гладкую поверхность для проникновения света в глаз и поддерживает увлажненность глазной поверхности. Разрыв слезной пленки может вызвать нечеткость зрения и дискомфорт.<sup>2, 6</sup> Мягкие линзы с гладкой смачиваемой поверхностью, сохраняющей увлажненность в течение всего дня, должны обеспечивать прозрачность преломляющей поверхности и удобство ношения. Для улучшения смачиваемости поверхности линз, помимо модификации материалов линз, в состав растворов для контактных линз могут добавляться поверхностно-активные вещества.<sup>9</sup>

Контактные линзы также могут влиять на баланс факторов, связанных непосредственно со слёзной пленкой. Например, сложная динамика взаимодействия белков с поверхностью контактных линз. В естественном состоянии белки слезной жидкости, такие как лизоцим, обладают полезными свойствами, которые помогают поддерживать местный иммунитет и гомеостаз глазной поверхности. Об этом свидетельствуют исследования о структурных изменениях при воздействии лизоцима на стабильность слезной пленки и ее смазывающие свойства.<sup>10-12</sup> Белки слёзной жидкости в их естественном неденатурированном состоянии могут оказывать положительное влияние на гомеостаз глазной поверхности, и поэтому они имеют важное значение в успешности ношения контактных линз.

В докладе II рабочей группы по вопросам сухого глаза Dry Eye WorkShop, DEWS II международного общества экспертов по изучению слезной пленки и глазной поверхности (The Tear Film & Ocular Surface Society, TFOS) подчеркивается важность баланса электролитов и осмолярности слезной пленки для глазной поверхности. Электролиты играют важную роль, помогая поддер-

живать клеточный объём и баланс жидкости, а осмопротекторы представляют собой низкомолекулярные органические вещества, растворимые во внутриклеточной среде, которые защищают клетки при осмотическом стрессе. Также в докладе TFOS DEWS II обсуждались дополнительные компоненты на водной основе, призванные поддерживать гомеостаз глазной поверхности. Дополнительное добавление увлажняющих веществ в раствор для контактных линз может снизить поверхностное натяжение и улучшить смачиваемость поверхности контактных линз.<sup>6, 13</sup>

### Однодневные силикон-гидрогелевые контактные линзы Bausch + Lomb ULTRA® One DAY

В процессе разработки однодневных контактных линз Bausch + Lomb ULTRA® ONE DAY, все рекомендации Международного общества экспертов по изучению слезной пленки и глазной поверхности были учтены. Контактные линзы сочетают в себе передовые технологии увлажнения и комфорта, способствующие защите, питанию и стабилизации слезной пленки и поддержанию естественной среды глазной поверхности и комфорта до 16 часов непрерывного ношения.<sup>1, 14</sup>

### УЛУЧШЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ MOISTURESEAL®

Получаемый в результате процесса двухфазной полимеризации материал силикон-гидрогелевых контактных линз Bausch + Lomb ULTRA® ONE DAY обладает оптимальным сочетанием показателей кислородной проницаемости, влагосодержания и модуля упругости для комфортного ношения линз. Улучшенная технология MoistureSeal®, применяемая в создании линз, была разработана с учётом последних достижений компьютерного моделирования и химии полимеров с целью внедрения дополнительных гидрофильных увлажняющих компонентов.

Так в ходе первой стадии полимеризации уникальная комбинация длинно- и короткоцепочечных силиконовых молекул образует гибкий каркас. Длинноцепочечный силикон обеспечивает низкий модуль упругости, а короткоцепочечный — высокую кислородную проницаемость и структурную целостность, которая повышает комфорт применения линз. Кроме того, в ходе этой стадии в силиконовую основу включается дополнительный увлажняющий компонент и УФ-фильтр II класса. Дополнительный увлажнитель диметилакриламид (ДМА) позволяет увеличить содержание воды в линзе до 55%, а УФ-фильтр обеспечивает защиту от вредного ультрафиолета в широком диапазоне длин волн, блокируя как минимум 50% лучей типа УФ-А и 95% УФ-В лучей. В ходе второй стадии полимеризации основной увлажняющий гидрофильный компонент поливинилпирролидон (ПВП) нарастает вокруг всей силиконовой основы для повышения влагосодержания и увеличения устойчивости к дегидратации контактных линз.<sup>16</sup>

Благодаря сочетанию таких свойств, как высокие кислородная проницаемость и влагосодержание, устойчивость к дегидратации, низкий модуль упругости и высокие оптические показатели полученный материал линз (калифилкон А) способствует чёткому зрению, комфортному ношению и здоровому виду глаз. Контактная линза с показателем Dk/t 134 обладает отличной воздухопроницаемостью, которая позволяет сохранить естественный приток кислорода к роговице.<sup>8</sup> Высокое содержание воды 55% в купе с устойчивостью к дегидратации позволяет удерживать в контактных линзах до 96% влаги до 16 часов непрерывного ношения и обеспечить низкий модуль упругости 0,5 Мпа.<sup>15</sup> Высокое и постоянное содержание

влаги в материале линзы в тандеме с оптикой высокой чёткости способствуют чёткому зрению и комфортному ношению при выполнении самых разнообразных задач.

### ТЕХНОЛОГИЯ COMFORTFEEL (КОМФОРТФИЛ)

Отличные свойства материала линз Bausch + Lomb ULTRA® One DAY были усовершенствованы с помощью новой технологии ComfortFeel. Данная технология была разработана на основе отчёта рабочей группы TFOS DEWS II и включает в себя запатентованную комбинацию компонентов, таких как осмопротекторы глицерин и эритритол, и сбалансированную комбинацию важнейших электролитов, включая калий. Технология ComfortFeel также включает в себя увлажняющие вещества полоксамер 1107 и полоксамер 181, призванные сохранить увлажненность и смачиваемость линзы. Одновременно с этим они помогают поддерживать белки слезной жидкости в активном, естественном состоянии.<sup>6, 13</sup>

Компоненты, применяемые в технологии ComfortFeel, высвобождаются из линз во время ношения в результате пассивной диффузии. Скорость диффузии зависит от размера, формы и химического состава этих веществ, а также от физико-химических свойств полимерного материала калифилкон А, из которого изготовлены линзы. Так как размер, форма и химический состав каждого из ингредиентов, применяемых в технологии ComfortFeel, различны, следовательно, отличается и скорость, с которой они высвобождаются из линзы.

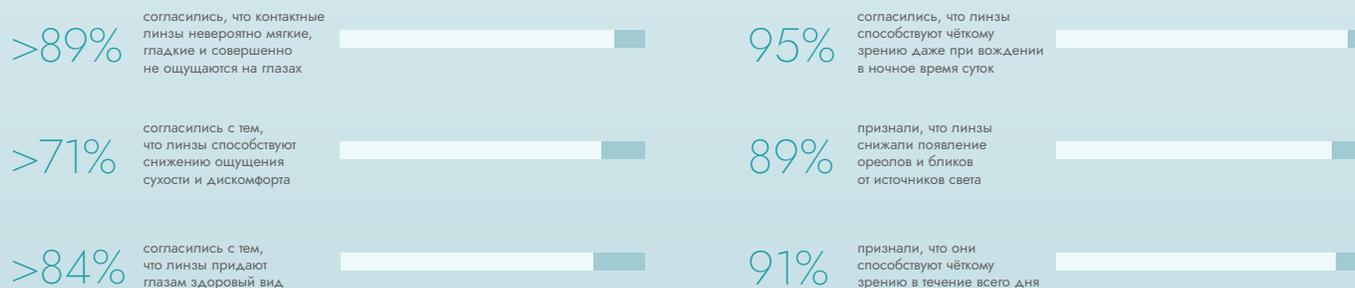
## Контактные линзы Bausch + Lomb ULTRA® ONE DAY сочетают в себе передовые технологии увлажнения и комфорта.

Как только концентрация ингредиентов внутри линзы становится ниже, чем в окружающей среде за пределами линзы, некоторые ингредиенты прекращают свою диффузию и остаются внутри линзы. Таким образом новая технология ComfortFeel способствует защите, питанию и стабилизации слезной пленки для поддержания естественной среды глазной поверхности.

### МИРОВОЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ В РЕАЛЬНОЙ ПРАКТИКЕ

Важно отметить, что результаты применения этих инновационных технологий в контактных линзах не остаются незамеченным для пациентов. Примерно 9 из 10 пользователей однодневных силикон-гидрогелевых линз признали, что контактные линзы Bausch + Lomb ULTRA® ONE DAY невероятно мягкие, гладкие и совершенно не ощущаются на глазах. Даже среди тех пользователей контактных линз, у которых есть проявления сухости глаз, около 80% признали, что ношение этих линз ультракомфортное, и более 82% при-

## РИСУНОК 1. Среди пользователей однодневных линз Bausch + Lomb ULTRA® ONE DAY ...<sup>14</sup>



знали, что в этих линзах комфортно даже при длительной работе за компьютером.<sup>14</sup>

Что касается зрения, то 95% пациентов, у которых наблюдалась привычная сухость при ношении контактных линз, признали, что линзы способствуют чёткому зрению даже при вождении в ночное время суток, а 89% признали, что линзы снижали появление ореолов и бликов от источников света. Среди пользователей, носивших линзы на протяжении 16 и более часов в день, 99% признали, что они способствуют чёткому зрению в течение всего дня.<sup>1</sup>

## Линзы Bausch + Lomb ULTRA® ONE DAY – комплексная система

Однодневные контактные линзы Bausch + Lomb ULTRA® One DAY – это инновационный комплексный подход в контактной коррекции. Две передовые технологии, работающие в синергии со слёзной плёнкой, способствуют чёткому зрению и комфорту до 16 часов ношения.

## Список литературы

1. Материалы внутренних исследований компании Bausch & Lomb. Оценка продуктовых характеристик новых силикон-гидрогелевых контактных линз ежедневной замены из материала калифилкон А – Обзор результатов зрительных функций и комфорта при использовании линз из калифилкона А. – Рочестер (США). – 2021.
2. Крейг Дж. П. и др. Международный симпозиум общества по изучению слезной пленки и глазной поверхности (TFOS) по дискомфорту при ношении контактных линз: отчет подкомитета по взаимодействию контактных линз со слезной пленкой // Исследовательская офтальмология и наука о зрении (США). – 2013. – Т. 54. – №. 11. – С. 123–156
3. Джейкоб Дж. Т. Биосовместимость при разработке силикон-гидрогелевых линз // Глаз и контактная линза (США). – 2013. – Т. 39. – №. 1. – С. 13–19.
4. Ефрон Н. и др. Уход за контактными линзами и гомеостаз глазной поверхности // Контактные линзы и передний отрезок глаза (Великобритания). – 2013. – Т. 36. – С. S9-S13.
5. Гомес Дж. А. П., Азар Д. Т., Бодуин К. и др. Международный симпозиум общества по изучению слезной пленки и глазной поверхности (TFOS) по дискомфорту при ношении контактных линз: ятрогенный отчет // Глазная поверхность (США). – 2017. – Т. 15. – №. 3. – С. 511–538.
6. Виллкокс М. Д. П. и др. Международный симпозиум общества по изучению слезной пленки и глазной поверхности (TFOS) по дискомфорту при ношении контактных линз // Глазная поверхность (США). – 2017. – Т. 15. – №. 3. – С. 366–403.
7. Дамблтон К и др. Соблюдение правил замены контактных линз в Канаде и США // Оптометрия и наука о зрении (США). – 2010. – Т. 87. – №. 2. – С. 131–139.
8. Кауфман П. Л., Альм А., Адлер Ф. Г. Физиология глаза Адлера: практическое применение. 10 издание под редакцией Мосби (США). – 2003. С. 876.
9. Джонс Л. и др. Международный симпозиум общества по изучению слезной пленки и глазной поверхности (TFOS) по дискомфорту при ношении контактных линз: отчет подкомитета по материалам, дизайну и средствам ухода за контактными линзами // Исследовательская офтальмология и наука о зрении. – 2013. – Т. 54. – №. 11. – С. 37–70.
10. Мудгил П., Торрес М., Миллар Т. Дж. Адсорбция лизоцима на монослойных пленках фосфолипидов и мейбомиевых липидов // Коллоидные поверхности В. Биоинтерфейсы (США). – 2006. – Т. 48. – №. 2. – С. 128–137.
11. Питерс К., Миллар Т. Дж. Роль различных фосфолипидов на время разрыва слезной пленки с использованием модели глаза // Современные исследования глаз (Великобритания). – 2002. – Т. 25. – №. 1. – С. 55-60.
12. Чанг И. С. И др. Корреляция между трибологическими свойствами и количественными структурными изменениями лизоцима в отношении контактных линз из поли (2-гидроксипропилакрилата) // Полимеры (Швейцария). – 2020. – Т. 12. – №. 8. – С. 1639.
13. Джонс Л. И др. Международный симпозиум общества по изучению слезной пленки и глазной поверхности (TFOS) по дискомфорту при ношении контактных линз: отчет по менеджменту и терапии // Глазная поверхность (США). – 2017. – Т. 15. – №. 3. – С. 575–628.
14. Материалы внутренних исследований компании Bausch & Lomb. Обзорная информация по исследованию 893. Оценка продуктовых характеристик новых силикон-гидрогелевых контактных линз ежедневной замены из материала калифилкон А – Обзор результатов зрительных функций и комфорта при использовании линз из калифилкона А, США, Рочестер, 2021.
15. Шафер Дж., Рейндел В. Клиническая оценка устойчивости к дегидратации новых силикон-гидрогелевых линз и шести однодневных силикон-гидрогелевых линз. Постерный доклад, Ежегодное собрание Американской академии оптометрии, Октябрь 2020.
16. Инструкция по применению Линзы контактные мягкие однодневные для коррекции зрения BAUSCH + LOMB ULTRA® ONE DAY (kalifilcon A).