

УДК 617.7-089.243

<https://doi.org/10.33791/2222-4408-2024-1-57-60>

Смачиваемость газопроницаемых контактных линз

Мартин Конвей*, Марк Эдлстон

ООО «Контамак»,

Карлтон Хаус, Шайя Хилл, Сафрон Волдэн, Эссекс, CB11 3AU, Великобритания

* Для контактов: Ирина Нортон, e-mail: irinan@contamac.co.uk**Резюме**

В данной статье будут рассмотрены роли специалиста по химии полимеров, лаборатории-производителя, практикующего врача и самого пациента в обеспечении смачиваемости и максимального комфорта ношения жесткой контактной линзы.

Ключевые слова: газопроницаемые контактные линзы, смачиваемость, гидрофильность, гидрофобность**Конфликт интересов:** авторы являются оплачиваемыми консультантами по профессиональной поддержке ООО «Контамак».**Финансирование:** статья опубликована при финансовой поддержке компании ООО «Контамак».**Для цитирования:** Конвей М, Эдлстон М. Смачиваемость газопроницаемых контактных линз. The EYE ГЛАЗ. 2024;26(1):57–60. doi: 10.33791/2222-4408-2024-1-57-60*Поступила: 20.01.2024**Принята после доработки: 06.02.2024**Принята к публикации: 06.02.2024**Опубликована: 30.03.2024*

Перевод статьи: Екатерина Шибалко

The wettability of RGP contact lenses

Martin Conway*, Mark Eddleston

Contamac Ltd.,

Carlton House, Shire Hill, Saffron Walden, Essex CB11 3AU, United Kingdom

* For contacts: Irina Norton, e-mail: irinan@contamac.co.uk**Abstract**

In this article, we will examine the role of the polymer chemist, the manufacturing lab, the practitioner and finally the patient, in providing the eye with the most comfortable and wettable GP contact lens possible.

Keywords: gas permeable contact lenses, wettability, hydrophilicity, hydrophobicity**Conflict of interest:** the authors are paid professional support consultant for Contamac Ltd.**Funding:** this article was published with financial support from Contamac Ltd.**For citation:** Conway M, Eddleston M. The wettability of RGP contact lenses. The EYE GLAZ. 2024;26(1):57–60. doi: 10.33791/2222-4408-2024-1-57-60*Received: 20.01.2024**Accepted: 06.02.2024**Accepted for publishing: 06.02.2024**Published: 30.03.2024*

Translation of the article: Ekaterina Shibalko

Жесткие газопроницаемые линзы (ГПЛ) обеспечивают высокую остроту зрения и прочны в ношении. При этом они признаны самой безопасной формой контактных линз [1].

Однако поддержание достаточного уровня смачиваемости поверхности ГПЛ может представлять определенные трудности вследствие гидрофобной природы некоторых мономеров, используемых для обеспечения кислородной проницаемости. В данной статье мы рассмотрим роли специалиста по химии полимеров, лаборатории-производителя, практикующего врача и самого пациента в обеспечении смачиваемости и максимального комфорта ношения жесткой контактной линзы.

Смачиваемость жестких контактных линз

Смачиваемость – это способность жидкости при распределении по поверхности образовывать не ней тонкую равномерную пленку.

1. Комфорт: достаточная смачиваемость обеспечивает сохранение увлажнения поверхности линзы, предотвращая дискомфорт, появление дегидратированных участков на ее поверхности и раздражение глаза во время ношения.

2. Острота зрения: равномерная слезная пленка на поверхности линзы – залог ясного и стабильного зрения.

3. Устойчивость к отложениям: хорошо увлажненная поверхность линзы в меньшей степени способствует образованию отложений, таких как белки, липиды и другие атмосферные частицы, которые могут ухудшать характеристики линзы.

Роль специалиста по химии полимеров

Материалы для жестких контактных линз и гидрофобность

Материалы для ГПЛ представляют собой полимеры, полученные в результате химической реакции между различными мономерами. С целью получения желаемых свойств контактных линз, обеспечения безопасности и комфорта ношения мономеры, входящие в материал для ГПЛ, тщательно подбираются.

Все современные материалы для жестких контактных линз содержат по меньшей мере один сили-



Рис. 1. Пример смачиваемой поверхности – распределение жидкости на ней

Fig. 1. Example of a wetted surface – distribution of liquid over it

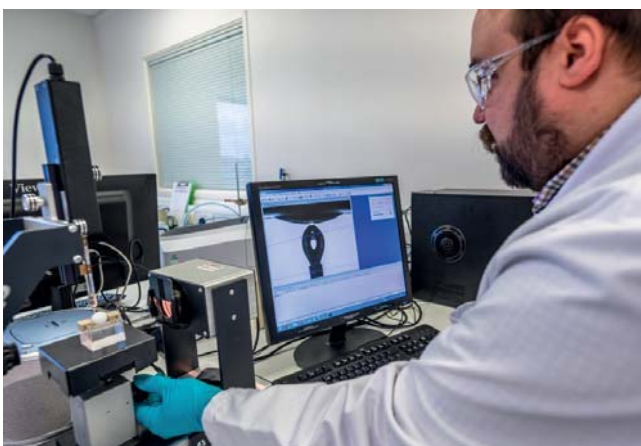


Рис. 2. Химик компании «Контамак» измеряет угол смачиваемости материала

Fig. 2. Contamac chemist measures the wetting angle of a material



Рис. 3. Токарная обработка заготовки при изготовлении контактной линзы

Fig. 3. Turning of a workpiece, in the manufacture of a contact lens

коновый мономер, добавляемый в основном для повышения кислородной проницаемости, и не менее одного фторсодержащего мономера, добавляемого как для предотвращения образования отложений, так и для увеличения кислородной проницаемости.

Силиконовые и фторсодержащие мономеры являются гидрофобными по своей природе и могут передавать эту характеристику материалам ГПЛ, придавая им низкую способность притягивать воду, что может привести к плохой смачиваемости. Низкая смачиваемость приводит к формированию капель жидкости на поверхности линз вместо равномерного распределения пленки по поверхности. Это, в свою очередь, вызывает трение во время моргания. Поэтому важно, чтобы материалы жестких контактных линз обладали повышенной гидрофильностью, особенно на поверхности линзы, для обеспечения комфорта.

Улучшение смачиваемости при изготовлении полимера

Введение в полимерную матрицу материала линз мономеров, хорошо смешивающихся с водой, таких как метакриловая кислота, гидроксипропанметакрилат (HEMA) и Н-винилпирролидон (NVP), повышает общую гидрофильность линзы и компенсирует гидрофобные свойства мономеров, содержащих силикон. Тщательный подбор разработчиками соотношения силиконовых, фторсодержащих и гидрофильных мономеров позволяет получить материал для ГПЛ, который не только проницаем для кислорода, но и хорошо смачивается. Для максимизации гидрофильных свойств необходимо тщательно подготавливать линзы перед их использованием, а также следить за тем, чтобы на их поверхности не было отложений и царапин во время ношения.

Роль лаборатории по изготовлению контактных линз

Материалы из полимеров поступают в лабораторию контактных линз в форме заготовок – шайб (*прим. редакции*) стандартного диаметра 12,7 мм и толщиной 4,7 мм для роговичных линз. Заготовка состоит из полимера, который содержит смесь гидрофобных и гидрофильных мономеров, беспорядочно распределенных по матрице заготовки.

Производитель полимера предоставляет в лабораторию рекомендации по токарной обработке материала, которые включают скорость вращения и глубину хода фрезы, во избежание чрезмерного нагрева поверхности готовой линзы при ее производстве.

Во время точения линзы заготовка должна быть надежно зафиксирована. Для этой цели используется воск. Он обладает гидрофобными свойствами и удаляется с поверхности готовой линзы вместе с другими загрязнениями на этапе выходного контроля с помощью одобренных растворителей. Оставшиеся видимые только под микроскопом следы воска на поверхности линзы могут быть удалены

в плазменной камере. Плазменную обработку, используемую в специализированных лабораториях контактных линз, следует рассматривать как дополнительный этап интенсивной очистки, и, хотя плазменная обработка также активизирует поверхность линзы и делает ее более смачиваемой, этот эффект носит временный характер и исчезает в течение недели.

По окончании процесса обработки в лаборатории геометрия линзы полностью сформирована, а поверхность тщательно очищена от остатков воска, которые могут препятствовать смачиваемости. На этом этапе полимерные цепи на поверхности готовой линзы будут состоять из смеси гидрофобных и гидрофильных мономеров, которые конкурируют между собой за влияние на общую смачиваемость. Хотя поверхность может казаться инертной, на молекулярном уровне полимерные цепи способны к реструктуризации. Путем замачивания линзы в специальном растворе перед отправкой лаборатория может инициировать процесс, который будет постепенно улучшать смачиваемость поверхности линз в течение последующей недели. Наличие раствора на линзе привлекает гидрофильные компоненты полимерных цепей к ее поверхности, одновременно отталкивая гидрофобные. Постепенно этот эффект изменит характеристики поверхности линзы – и процесс продлится примерно в течение недели после ее изготовления. Рисунок (рис. 4) демонстрирует уменьшение угла смачивания в четырех материалах от разных производителей.

В связи с этим чрезвычайно важно, чтобы производители линз поставляли их практикующим врачам в растворе для замачивания с целью инициации процесса реструктуризации полимерных цепей.

Если этого не сделать и пациент получит сухие линзы, то комфорт при ношении будет снижен и пользователи с большим опытом ношения линз могут пожаловаться на то, что новая линза не так комфортна, как прежняя. Это одна из основных причин, по которой практикующие врачи возвращают новые линзы в лабораторию, жалуясь на недостаточное увлажнение. Зачастую с линзой все в порядке, просто процесс предварительного замачивания был коротким и, соответственно, недостаточным для достижения полного увлажнения и оптимальных характеристик.

Роль практикующего врача (рис. 5)

Важно, чтобы врачи настаивали на доставке ГПЛ из лаборатории в растворе для запуска процесса кондиционирования поверхности линзы. Несмотря на то что для достижения оптимальных характеристик материала может потребоваться до семи дней, значимые желаемые изменения в нем происходят в течение первых двух-трех дней с момента взаимодействия линзы с раствором, как правило за время ее транспортировки.

Если клиника работает при лаборатории и линзы изготавливаются на месте, возникает соблазн

TECHNOLOGIES

выдать пациентам линзы в тот же день. В этом случае врачам следует помнить, что в течение первой недели ношения линзы будут работать не лучшим образом. Если до выдачи линзы пациенту нет возможности ее полностью увлажнить, следует предупредить пациента о том, что понадобится несколько дней для достижения ее максимальной увлажненности и что пациенту необходимо уделить особое внимание очистке линзы во избежание скопления липидов на ее поверхности.

Роль пациента

После выдачи ГПЛ критически важно, чтобы пациенты поддерживали качество поверхности линзы для комфорта ее ношения и сохранения смачиваемости. Процесс увлажнения, описанный выше, обратим. Если поверхность линзы не очищается должным образом после ношения, липиды, оставшиеся на поверхности, приведут к тому, что гидрофобные липиды будут отталкивать гидрофильные мономеры и притягивать гидрофобные. В итоге это приведет к образованию сухого пятна на поверхности линзы. Важность механической очистки с помощью соответствующего очистителя, содержащего ПАВ, следует подчеркивать при выдаче линз и при каждом последующем визите.

Наиболее вероятной причиной проблемы со смачиванием контактных линз у пациентов является неправильный режим их очистки. В таком случае одной демонстрации процесса очистки недостаточ-

Угол контакта (активный)	Бренд А	Бренд В	Бренд С	Бренд D
В сухом состоянии	113.2	116.2	115.9	112.3
После 24-х часового замачивания	105.6	110	109.1	108.5
После 48-и часов замачивания	99.9	105.4	103.8	105
После 7-и дней замачивания	87.9	96.6	91.4	99.2

Рис. 4. Влияние замачивания на угол смачивания газопроницаемых материалов

Fig. 4. The effects of soaking gas permeable materials on wetting angle



Рис. 5. Мартин Конвей осматривает пациентку

Fig. 5. Martin Conway examines a patient

но, так как, скорее всего, поверхность линзы была реструктурирована вследствие наличия на ней липидов в течение продолжительного времени до визита пациента. Такую линзу необходимо снять, очистить, а затем погрузить в раствор и оставить в нем как минимум на 48 часов, чтобы вернуть ее поверхности оптимальную смачиваемость.

Сведения об авторах

Мартин Конвей, консультант по профессиональным вопросам компании «Контамак», член ассоциации британских медицинских оптиков (FBDO), член международной ассоциации преподавателей в области контактных линз (FIACLE), член британской ассоциации контактных линз (FBCLA).

Марк Эдлстон, доктор наук Кембриджского университета (Великобритания), ведущий специалист отдела исследований и разработок компании «Контамак».

Литература / References

Stapleton F, Keay L, Edwards K, Naduvilath T, Dart JK, Brian G, Holden BA. The incidence of contact lens-related microbial keratitis in Australia. *Ophthalmology*. 2008;115(10):1655–1662. doi: 10.1016/j.ophtha.2008.04.002

Information about the authors

Martin Conway, Professional Services Manager of Contamac Ltd., Fellow of British Dispensing Opticians (FBDO), Fellow of International Association of Contact Lens Educators (FIACLE), Fellow of British Contact Lens Association (FBCLA).

Mark Eddleston, PhD from the University of Cambridge, Project Leader within the R&D Team at Contamac Ltd.