

УДК 543.61

ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ В СОСТАВЕ УНИВЕРСАЛЬНЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ УХОДА ЗА КОНТАКТНЫМИ ЛИНЗАМИ

Муратова Диана Валерьевна, студент, специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: di.avotarum@yandex.ru

Научный руководитель: **Левенец Татьяна Васильевна**, кандидат химических наук, доцент кафедры химии, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: ltv.2009@yandex.ru

Аннотация. Современные универсальные растворы для ухода за контактными линзами изменяли свой компонентный состав в течение времени своего существования. На протяжении десятилетий производители обновляют химические формулы в составе универсальных растворов, особенно ярко это было выражено при росте популярности силикон-гидрогелевых контактных линз. Актуальность данной статьи обуславливается тем, что в составе растворов существуют компоненты, которые сохраняются и остаются неизменными. Следовательно, целью статьи является выявление основных компонентов в составе универсальных растворов для ухода за контактными линзами. В результате проведенного исследования изучены теоретические аспекты состава современных универсальных растворов для ухода за контактными линзами, исследован химический состав двух зарубежных («Opti-Free Express» от Alcon (США), «ReNu MultiPlus» от Bausch&Lomb (США)) и трех отечественных («Ликосол-2000» от Медстар (Россия), «Ликонтин-универсал» от Медстар (Россия), «АкваОптик» от Гротекс (Россия)) растворов для ухода за контактными линзами, выявлены неизменные и основные компоненты в составе универсальных растворов для ухода за контактными линзами.

Ключевые слова: универсальные растворы, контактные линзы, средства для ухода за контактными линзами.

Для цитирования: Муратова Д. В. Основные компоненты в составе универсальных растворов для ухода за контактными линзами // Шаг в науку. – 2021. – № 4. – С. 20–23.

THE MAIN COMPONENTS IN THE COMPOSITION OF UNIVERSAL SOLUTIONS FOR THE CARE OF CONTACT LENSES

Muratova Diana Valeryevna, student, specialty 04.05.01 Fundamental and applied Chemistry, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: di.avotarum@yandex.ru

Research advisor: **Levenets Tatyana Vasilyevna**, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: ltv.2009@yandex.ru

Abstract. The theoretical aspects of the composition of modern universal solutions for the care of contact lenses are studied. The chemical composition of two foreign (Opti-Free Express from Alcon (USA), ReNu MultiPlus from Bausch&Lomb (USA)) and three domestic (Likosol-2000 from Medstar (Russia), Likontin-universal from Medstar (Russia), AquaOptic from Grotex (Russia)) contact lens care products. The permanent and main components in the composition of universal solutions for the care of contact lenses are poloxamine, buffer, sodium chloride, ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) and antiseptic.

Key words: universal solutions, contact lenses, contact lens care products.

Cite as: Muratova, D. V. (2021) [The main components in the composition of universal solutions for the care of contact lenses]. *Shag v nauku* [Step into science]. Vol. 4, pp. 20–23.

Современное общество уже достаточно давно движется путем инноваций, охватывая множество индустрий, включая и контактную коррекцию зре-

ния. Таким образом, в обиход идут все более новые и новые материалы для контактных линз, поэтому необходимо обратить внимание на важность не

только материалов линз, но и важность ухода за ними. Многофункциональные растворы (МФР) являются наиболее распространенными, поскольку в них заложены не только функции хранения и очищения, но и ополаскивание, дезинфекция, увлажнение и смазывание.

В своем составе многофункциональные растворы имеют сложные химические компоненты, поскольку состоят из того ряда веществ, где целью служит максимально эффективная дезинфекция и очистка контактной линзы. Также раствор обязан сохранять свои свойства в течение его срока годности, быть биологически совместимым со всеми материалами в составе контактных линз. Именно это служит мотивацией для производителей на протяжении нескольких десятилетий, поэтому они неизменно обновляют химические компоненты МФР. Те компоненты, которые входят в состав многофункциональных растворов, включая поверхностно-активные вещества, различные хелатирующие агенты, буферные растворы, дают возможность оптимизировать физические свойства растворов, чтобы они соответствовали составу «искусственной слезы» и являлись поддержкой для биосовместимости линзы с поверхностью глаза [3, 4].

«Искусственная слеза» – это основа здоровья глаз, она защищает и увлажняет роговицу, а также образует главную преломляющую оптическую поверхность. В своем составе она содержит смесь из липидов, различных протеинов и электролитов, каждый из которых выполняет свою функцию [1, 2]:

1) pH, необходимый для стабильности уровня кислотности (pH слизистых оболочек человеческого тела или «искусственной слезы» находится в интервале от 5,5 до 7,5);

2) поверхностное натяжение, определяющее способность удалять с поверхности контактных линз отложения различных типов;

3) вязкость, дающая возможность определить сопротивление жидкости растеканию (чем выше эта величина, тем дольше сохраняется слой смазывающей жидкости, таким образом, предохраняя ее от непосредственного контакта с роговицей);

4) осмолярность, характеризующая постоянство геометрических параметров линзы и безопасность применения.

В качестве объектов исследования были выбраны: «Opti-Free Express» (Alcoon, США); «ReNu MultiPlus» (Bausch&Lomb, США); «Ликосол-2000» (Медстар, Россия); «Ликонтин-универсал» (Медстар, Россия); «АкваОптик» (Гротекс, Россия).

Экспериментальным путем значения физических параметров более подробно исследованы в [5].

Совершенствование химического состава осуществлялось за счет понимания ключевых физических параметров «искусственной слезы». Таким

образом, удалось выделить неизменные составляющие универсальных растворов, действующие для обеспечения наилучшей совместимости с поверхностью глаза [6, 7]:

1. Буферные растворы.

Буферы необходимы для обеспечения стабильности заданной величины водородного показателя (pH) раствора. В свою очередь, pH способно напрямую воздействовать на комфорт ношения линзы, в особенности, при надевании линзы непосредственно на глаз. В случае pH кислой или щелочной среды, контакт поверхности глаза и линзы, смоченной в растворе, может вызвать дискомфорт, а также жжение.

2. Осмолярный агент.

В качестве осмолярного агента зачастую используется хлористый натрий. Осмолярный агент жизненно необходим для обеспечения комфортного ношения линз, поскольку высокая осмолярность способна вызвать неприятные ощущения.

3. Хелатирующий агент.

Хелаты – это те вещества, которые способны улучшить антимикробную активность, однако важнейшей их функцией считается способность вступать в связь с различными металлами, а также для предотвращения выпадения осадка кальция. Обычно неизменным хелатирующим веществом является этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА), входящая в состав косметических и гигиенических средств. ЭДТА является ингибитором некоторых бактерий.

В качестве представителей хелатирующих агентов могут использоваться также цитраты и полифосфаты.

4. Очищающие агенты.

Наиболее распространенными представителями очищающих агентов являются поверхностно-активные вещества. Важной функцией очищающих агентов является удаление метаболитов и различных отложений с поверхности контактной линзы, а также улучшение смачиваемости линзы. Молекулы ПАВ обладают гидрофильными и гидрофобными свойствами, поэтому во время очистки линзы и ее ополаскивания грязь и волоски присоединяются к гидрофобному концу молекул, а после при помощи гидрофильной части легко смываются с линзы. Таким же образом осуществляется и устранение микроорганизмов.

5. Увлажняющий агент.

Увлажняющий агент крайне необходим в составе растворов для контактных линз, поскольку используется для улучшения увлажнения поверхности и гидратирования линзы. Распространенным увлажняющим агентов является пропиленгликоль или полоксамин, их используют в качестве смазки, таким образом, осуществляется равномерное распределение слезы по поверхности контактной лин-

зы. Также наличие увлажняющего агента снижает поверхностное натяжение, чем усиливает комфортность ношения контактных линз.

6. Антимикробный агент.

В качестве представителей антимикробного агента служат такие вещества, как перекись водорода, поликвартениум-1 или полигексаметиленбигуанид (ПГМБ), которые необходимы для того, чтобы снизить количество микроорганизмов при дезинфекции, а также в их функции входит отсутствие возможности размножаться внутри емкости для ухода за контактными линзами.

Поликвартениум-1 – это новое поколение средств дезинфекции, которое относится к полимерным соединениям четвертичного аммония. Его молекулярный вес гораздо больше более ранних поколений средств дезинфекции. За счет большого размера полимер проникает в саму структуру гидрогеля мягких контактных линз в более меньшей степени, чем другие мономерные средства дезинфекции. Поликвартениум-1 неизменно входит в состав таких растворов, как «ОПТИ-ФРИ Экспресс» и «ОПТИ-ФРИ Реплениш» от производителя компании Alcon.

Бигуаниды в своих свойствах не уступают поликвартениуму-1, они способны разрушить мембраны клеток микроорганизмов, имеют низкую токсичность. При низких концентрациях бигуанид представляет собой очень эффективный антимикробный агент. Они входят в состав «ReNu MultiPlus» и «Complete Moisture».

7. Агенты для устранения белка.

Денатурированный белок часто образуется на поверхности линзы при долговременном ношении их на роговице глаза, однако он вызывает дискомфорт и способен привести к воспалению и развитию гигантоклеточного папиллярного конъюнктивита,

а также снижению зрения. В большинстве случаев в слезе присутствуют антибактериальные энзимы, которые ставят естественный барьер на пути микроорганизмов, однако в течение процесса денатурации этот эффект значительно теряется. Поэтому необходимы агенты для устранения денатурированного белка, которые либо удаляют такой белок, либо не дают ему возможности денатурировать. Молекула сульфобетаина, имеющая на концах положительный и отрицательный электрические заряды, приравнивает общий заряд к нулю, то есть способна обволачить и защитить лизоцим, который в защищенном виде сохраняет свое активное (нативное) состояние и продолжает выполнять охранную функцию.

Исходя из вышесказанного, можно перечислить идеальные характеристики для ухода за контактными линзами:

- 1) максимально эффективная антимикробная активность;
- 2) поддержание увлажненности поверхности линзы, возможность обеспечения комфортности ее ношения;
- 3) возможность хранения линзы при комнатной температуре в течение большого периода времени;
- 4) способность совместимости поверхности глаза с большим выбором гидрогелевых и силикон-гидрогелевых материалов линзы;
- 5) устранение или предотвращение денатурации белка на поверхности линзы.

В результате систематического исследования универсальных растворов были установлены основные компоненты в химическом составе растворов для ухода за контактными линзами на основе двух зарубежных и трех отечественных производителей контактной индустрии, значения которых представлены в таблице 1.

Таблица 1. Основные компоненты в химическом составе растворов для ухода за контактными линзами

Компоненты	Используемые вещества в составе растворов для контактных линз				
	«Opti-Free Express»	«ReNu MultiPlus»	«Ликосол-2000»	«Ликонтин-универсал»	«АкваОптик»
Буфер	Борная кислота, цитрат натрия, тетраборат натрия	Борная кислота, тетраборат натрия, гидроксикал-фосфонат	Борная кислота, тетраборат натрия	Борная кислота, тетраборат натрия	Борная кислота, тетраборат натрия
Осмолярный агент	Хлорид натрия	Хлорид натрия	Хлорид натрия, едкий натрий	Хлорид натрия	Хлорид натрия
Хелатирующий агент	ЭДТА, цитрат натрия	ЭДТА	ЭДТА	ЭДТА	ЭДТА
ПАВ	Полоксамин	Полоксамин	Полоксамер-188		Полоксамер-407
Увлажняющий агент	Сорбитол, аминотетрапропанол			Полиэтиленгликоль-400	Трегалоза, янтарная кислота
Антимикробный агент	Поликвартен, алдокс	Полиаминопропилбигуанид	Полигексанид	Хлоргексидина биглюконат	Полигексаметиленбигуанида гидрохлорид
Агенты для устранения белка	Цитрат натрия	Гидроксикал-фосфонат			Гиалуронат натрия

Литература

1. Бажина А. А. [и др.] Разработка многофункционального раствора для ухода за мягкими контактными линзами нового поколения // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2008. – № 4 (28). – С. 25.
2. Бажина А. А. Новые многофункциональные растворы для ухода за контактными линзами: дис. ... канд. фармацевт. наук. – Пятигорск, 2011. – 145 с.
3. Давыдов В. В. Причины дискомфорта ношения контактных линз могут скрываться в растворах и контейнерах // ВЕКО. – 2006. – № 3. – С. 55–57.
4. Киваев А. А., Шапиро Е. И. Контактная коррекция зрения. – Москва, ЛДМ Сервис, 2000. – 223 с.
5. Муратова Д. В., Левенец Т. В. Физико-химические свойства универсальных растворов для ухода за контактными линзами // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции (Оренбург, Оренбург. гос. ун-т, 25–27 января 2021 г.). – Оренбург, 2021. – С. 2780–2782.
6. Dalton K., Subbaraman L., Jones L. Physical Properties of Soft Contact Lens Solutions. – March, 2008. – P. 122–128.
7. Morgan P. B., Efron N. Comparative performance of two silicone hydrogel contact lenses for continuous wear // Clin. Exp. Optom. – 2002. – Vol. 85. – P. 183–192.

Статья поступила в редакцию: 15.05.2021; принята в печать: 08.11.2021.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.