



Universidad de Valladolid

FACULTAD DE CIENCIAS

Grado en Óptica y Optometría

MEMORIA TRABAJO FIN DE GRADO TITULADO

Actualización de líquidos de
mantenimiento de las lentes de contacto.
Componentes y usos.

Presentado por: Marina Casado Velasco

Tutelado por: Pilar Cañadas Suárez

Tipo de TFG: Revisión

En Valladolid a, 31 de mayo de 2017

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Evolución histórica.....	3
2. MATERIAL Y MÉTODO.....	5
3. RESULTADOS	5
3.1. Sistemas de mantenimiento.....	5
3.2. Fases de los sistemas de mantenimiento.....	6
3.3. Componentes de las soluciones de mantenimiento.....	8
3.3.1. Base salina.....	8
3.3.2. Desinfectantes y conservantes.....	8
3.3.3. Limpiadores.....	9
3.3.4. Humectantes.....	10
3.3.5. Agentes enzimáticos.....	10
3.3.6. Agentes neutralizantes.....	11
3.3.7. Otros.....	11
3.4. Clasificación de las lentes de contacto.....	11
3.5. Materiales de las lentes de contacto.....	13
3.6. Interacción lente de contacto-sistema de mantenimiento....	15
3.6.1. Ensayos de valoración de las soluciones.....	15
3.6.2. Reacciones adversas.....	15
4. DISCUSIÓN.....	16
5. CONCLUSIONES.....	18
6. BIBLIOGRAFÍA.....	19
ANEXOS.....	23
Anexo I: acrónimos empleados	

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de mantenimiento de las lentes de contacto son un producto sanitario que surge como necesidad a la limpieza y desinfección de las mismas. Dado que son un producto sanitario, tienen que cumplir unas condiciones expuestas en el BOE [6 noviembre de 2009]¹ que en España están reguladas por la Agencia Española del Medicamento y Producto Sanitario (AEMPS)² y de manera internacional mediante las normas de la Organización Internacional de Normalización (ISO).³

Una de las clasificaciones que propone el BOE para los productos sanitarios es según el riesgo que producen estos sobre los usuarios. De esta manera, se incluye a los líquidos de mantenimiento para las lentes de contacto dentro de la clase IIb, correspondiente a los productos sanitarios de riesgo severo.¹

Las lentes de contacto y los productos para su cuidado siguen la Norma ISO 14534:2015³ que junto a otras normas, recoge los estudios que deben llevarse a cabo para asegurar que cumplen los requerimientos exigidos.

Por otro lado, dependiendo de las características del material de la lente de contacto, se usará un sistema de mantenimiento u otro. Con la aparición de nuevos materiales como el hidrogel de silicona, aparecen las soluciones únicas y se crea una necesidad de estudiar los componentes de los sistemas de mantenimiento para conocer cuál actúa mejor con cada lente de contacto.⁴

Teniendo en cuenta que cada año aumenta el número de nuevos usuarios de lentes de contacto, y que también es cierto que cada vez se producen más abandonos,⁵ nos planteamos el objetivo de conocer los componentes de las soluciones de mantenimiento y la interacción de las mismas con las lentes de contacto.

1.1. Evolución histórica

Las lentes de contacto y los sistemas de mantenimiento se encuentran íntimamente relacionados, ya que una lente de contacto desde su aparición ha sido necesario tener que limpiarla y desinfectarla para su correcto uso. Con la aparición de los nuevos materiales que permitían aumentar el reemplazo, llegando a la lente de contacto desechable diaria, la necesidad de un sistema de mantenimiento se ha visto reducido incluso inexistente. De esta manera, podemos decir que los sistemas de mantenimiento han ido evolucionando a la par que lo han hecho los materiales de las lentes de contacto.

Los primeros sistemas de mantenimiento surgen a finales de los años 30, cuando aparece de forma comercial la primera lente de contacto de plástico PMMA. Estos sistemas se basaban en una solución limpiadora y otra humectante.⁵

Con la llegada de los primeros hidrogeles (polymacon)⁶ en 1971, el mercado de la contactología se dispara al incrementar el número de usuarios.^{6,7} Los sistemas de mantenimiento se complican de acuerdo a las nuevas necesidades del material, el cual permite que penetren más

componentes en la matriz de la lente. Aparece así la limpieza térmica, primer sistema de limpieza para materiales blandos. Las lentes son sometidas a una T^a constante de 80°C durante 10 minutos mínimo, dentro de una solución de agua destilada a la que se añade una tableta salina.^{5,8,9}

El calor reducía la vida de la lente de contacto, así que comienzan a desarrollar sistemas en frío a pesar de que la limpieza térmica fuera más efectiva en la desinfección y más barata.^{5,8,9,10}

A finales de los 70, nacen los sistemas de limpieza químicos denominados aseptizantes. Estos incluían agentes con buena capacidad antimicrobiana (timerosal, clorhexidina, BAK...) pero que provocaban reacciones de hipersensibilidad.^{5,11,12} Con estos sistemas, el usuario utilizaba una solución de limpieza para eliminar los depósitos, una solución desinfectante para dejar almacenadas las lentes durante la noche, y una solución salina con la que aclarar las lentes antes de su inserción. Y a mayores, se podía incluir la limpieza enzimática para eliminar a fondo las proteínas.⁵

Esto hacía que el usuario no cumpliera todas las fases del mantenimiento de la lente de contacto. Por ello al aparecer las lentes desechables a mediados de los 80, llegan con ellas las primeras soluciones únicas que sobre una solución salina incorporan el limpiador y el desinfectante permitiendo al usuario realizar todos los pasos con el mismo líquido. Más adelante, se introducen en el mercado las soluciones únicas "no rub" con las que ya no era necesario frotar las lentes.⁵

Finalmente, aparecen lentes de contacto con materiales hidrofílicos de alta transmisibilidad a finales de los 90, los famosos hidrogeles de silicona. Esto hace que las soluciones vuelvan a reformularse y que se apueste de nuevo por un paso fundamental como es frotar las lentes para evitar complicaciones.^{5,7,13}

Al igual que se desarrollaron las soluciones únicas, lo hicieron también los peróxidos de hidrógeno. Puede ser que estos hayan evolucionado menos que las soluciones únicas, pero en 2004-2006 el uso del peróxido se dispara a raíz del brote de queratitis microbiana probablemente debida al uso de solución única.⁵

Por todo lo expuesto, es muy importante conocer los componentes de los sistemas de mantenimiento para que a la hora de adaptar una lente de contacto, sepamos qué líquido funciona mejor con cada una y podamos evitar así las interacciones no deseadas solución-lente de contacto.

2. MATERIAL Y MÉTODO

Para llevar a cabo este trabajo fin de grado, se ha hecho una revisión bibliográfica intentando encontrar la mayor información acerca de los sistemas de mantenimiento de las lentes de contacto. Para ello también ha sido necesario buscar información sobre las lentes de contacto, tales como su clasificación, materiales y complicaciones.

La búsqueda se ha realizado en distintos libros académicos y en bases de datos como Pubmed, Almena, Google académico, Oftalmo, Medline o Vademecum. Otra fuente de información han sido revistas científicas como Contact Lens Spectrum, American Journal of Ophthalmology, Journal of the Optical Society of American Association o La gaceta de Optometría y Óptica Oftálmica.

3. RESULTADOS

3.1. Sistemas de mantenimiento

Hoy en día, contamos con varios sistemas de mantenimiento para poder limpiar, desinfectar y conservar las lentes de contacto.

Estos son las soluciones únicas, los peróxidos de hidrógeno de un paso o de dos, los limpiadores de superficie, los conservantes, las soluciones salinas y las pastillas enzimáticas. Cualquiera de ellos los podemos encontrar en el mercado ya sea para usar con las LCH o con las LCRPG.¹⁴

Otro gran grupo de soluciones, son las lágrimas artificiales. Aunque es cierto que no siempre son empleadas por usuarios de lentes de contacto, estas representan un 2,5% de las soluciones que se venden en centros ópticos en España.^{5,15} Muchos casos de fracaso de lentes de contacto, son debidos a la sensación de sequedad y síntomas de ojo seco que producen estas en el ojo del usuario. La lágrima artificial lo que hace es mejorar la sintomatología en estos usuarios posibilitando aumentar el número de horas de porte y evitando el abandono de las lentes de contacto. Otras funciones de las lágrimas artificiales son limpiar la lente de contacto cuando se retira del ojo (aunque no sustituye la función de una solución limpiadora con agentes surfactantes, solo ayuda) o facilitar la inserción y retirada de la lente de contacto. Por esta razón, a pesar de que no son soluciones de limpieza y desinfección como tal, no podemos olvidarnos de mencionarlas.⁵

Según un estudio que se lleva realizando cada año desde el 2007, cuyos autores son Santodomingo J, Villa C y Morgan P, y que se publica en La gaceta de Optometría y Óptica Oftálmica, el líquido de manteniendo más empleado el pasado año fue la solución única. En este estudio se recoge el porcentaje de las adaptaciones hechas de lentes de contacto y prescripciones de sistemas de mantenimiento, tanto a nivel nacional como internacional. Las soluciones únicas se recomendaron en un 88% a los usuarios de LCH y en un 39% a los de LCRPG. Las soluciones restantes aconsejadas fueron los peróxidos de hidrógeno, para LCH en un 12% y para las LCRPG en un 31%. Para LCRPG

hay un 30% reservado a otras soluciones como limpiadores de superficie, humectantes o pastillas enzimáticas. Se cree que los resultados obtenidos para las LCRPG son menos fiables debido al menor número de adaptaciones de estas lentes recogido en el estudio.¹⁶

3.2. Fases de los sistemas de mantenimiento

Para llevar a cabo un correcto mantenimiento de las lentes de contacto, estas tienen que pasar por cuatro etapas: limpieza, aclarado, desinfección y almacenamiento. Dichas etapas pueden realizarse de manera diferenciada (con distintos sistemas químicos) o todas a la vez (con las llamadas soluciones únicas), más un paso extra para potenciar alguna de las fases (limpieza enzimática). De forma complementaria, pueden utilizarse lágrimas artificiales para humectar y lubricar las lentes de contacto.

Limpieza

El objetivo de la limpieza es eliminar los depósitos y reducir la adherencia bacteriana. Dentro de los sistemas de limpieza, existen tres distintos: los surfactantes o jabones, los oxidantes y los enzimáticos. Los agentes surfactantes son los más eficaces, se unen a los depósitos y los rompen. Su parte apolar se une a los lípidos y los disuelve, la parte polar a las proteínas que también acaba con ellas pero en menor medida; además de lípidos y proteínas eliminará minerales. Para que actúen correctamente, hay que frotar la lente de contacto con la yema de los dedos unos minutos. Los oxidantes son los peróxidos de hidrógeno que hablaremos de ellos en el subapartado *desinfección química oxidativa*. La limpieza enzimática se recomienda de manera complementaria una vez a la semana o quincenalmente, en función de los depósitos de proteínas que tenga la lente de contacto, y es necesario aclararla bien para que estas sean eliminadas totalmente.⁹ Algunas soluciones únicas traen incorporadas la limpieza enzimática (ReNu MPS de Bausch & Lomb u Opti-Free Express de Alcon).⁸ Si no fuera el caso, hay que tener cuidado ya que no todas son compatibles con otros productos de limpieza, y será conveniente recomendar un producto de limpieza del mismo laboratorio. Es importante una correcta eliminación de las proteínas debido a que los depósitos de estas pueden favorecer la formación de papilas gigantes.¹⁷ En el caso de las lentes de contacto RPG la limpieza enzimática es necesaria ya que la superficie de estas lentes es muy hidrofóbica, lo cual hace que se peguen más depósitos (los no eliminados por el surfactante).⁹

Aclarado

Se realiza después del paso de limpieza y también antes de insertar la lente en el ojo (tras el almacenamiento). Sus funciones tras la limpieza son: eliminar los contaminantes sueltos de las lentes de contacto, eliminar el limpiador, rehidratar la lente de contacto y disolver las tabletas enzimáticas. Se puede llevar a cabo con una solución salina (soluciones tamponadas con o sin

conservante), con lágrimas artificiales o con sueros fisiológicos (los más indicados por no contener conservantes). En el caso de las LCH, hay que tener cuidado con las que llevan conservantes por poder desencadenar una reacción de hipersensibilidad.⁸ Al contrario que con las lentes de contacto RPG que no importa si lleva conservantes la solución salina, ya que estos no penetran en la matriz de la lente.

Desinfección

Existen tres tipos: la desinfección térmica, la química no oxidativa y la química oxidativa. La *térmica* está en desuso porque se asoció con hongos e infecciones bacterianas de amebas. Además de ser un proceso más largo, descompone antes las lentes de alta hidratación y favorece la adherencia de los depósitos no eliminados. Se valora su uso en los casos de hipersensibilidad a los desinfectantes químicos.⁹

La *química no oxidativa* presenta baja eficacia frente a *Acanthamoeba* y hongos y puede producir reacciones de toxicidad (por los conservantes),⁸ es fácil de usar pero el tiempo de desinfección es mayor (de 4 a 8 horas). Si se emplea una solución única para limpiar, aclarar y desinfectar, el poder antibacteriano es menor que si se usan productos individuales para cada paso. Por ello el tiempo mínimo para la desinfección es de 4 horas.⁹

La desinfección *química oxidativa* es el sistema más efectivo y seguro,^{5,18} ya que no produce reacciones de hipersensibilidad por no tener conservantes.^{5,8,19} El peróxido de hidrógeno, que puede ser al 3% o al 0,6% (para ojos más sensibles), penetra en la matriz de la lente de contacto formando radicales libres de hidrógeno, destruye las paredes bacterianas celulares y oxida los depósitos. A altas concentraciones daña la superficie ocular, por ello antes de ponerse la lente de contacto en el ojo, hay que neutralizarlo (mediante dilución o neutralización reactiva o mediante neutralización catalítica).⁸ Este tipo de desinfección puede ser de un paso o de dos. Con el de un paso, la neutralización es más rápida e impide la desinfección perfecta (no protege contra la *Acanthamoeba*);^{8,9} pero podemos evitarlo usando pastillas de efecto "retard" (Allergan) o los discos de platino (de CibaVision) que ayudan a reducir la concentración del peróxido progresivamente.⁹

Almacenamiento

Este paso previene la recontaminación. En el caso de hacer desinfección química no oxidativa, podrá emplearse una solución salina que diluirá la sustancia química.⁹ O también podrá usarse la solución única (todo en uno). Si se ha llevado a cabo la desinfección química oxidativa, no será necesario cambiar de líquido para almacenar la lente; el usuario podrá ponérsela tras acabada la neutralización del peróxido de hidrógeno. Aunque en algunos casos sí podrá necesitar aclarar la lente con solución salina, solución única o suero fisiológico al sacarla del estuche.

3.3. Componentes de las soluciones de mantenimiento

3.3.1. Base salina: es la mezcla de agua purificada con diferentes sales que aporta la osmolaridad y pH deseado en la solución. Para que la solución sea biocompatible con la superficie ocular, esta tiene que simular la lágrima humana. Para ello la solución debe mantenerse con un pH entre 7.2 y 7.8 y una osmolaridad de unos 306 mOsm/L, lo cual se consigue añadiendo agentes tampón como el **borato sódico o fosfato sódico** a sales como el **cloruro sódico, cloruro potásico, el bicarbonato sódico o el cloruro de calcio**. Es importante mantener el pH en los valores adecuados, ya que las variaciones de este afectan a la estabilidad de las proteínas pudiendo provocar su desnaturalización y contribuyendo a la aparición de papilas gigantes.^{5,17}

3.3.2. Desinfectantes y conservantes: son agentes antimicrobianos que mantienen estéril la solución. Los primeros sistemas de desinfección utilizaban **timerosal** (derivado mercurioso) y **clorhexidina** (biguanida), que son desinfectantes de bajo peso molecular los cuales se introducían en la matriz de la lente de contacto relacionándose este hecho con las reacciones de hipersensibilidad y toxicidad, por tanto cada vez su uso se fue reduciendo. Así a finales de los 80 aparecen los agentes desinfectantes de última generación, como el **PHMB** (biguanida) o el **Polyquad** (amonio cuaternario), que son de mayor tamaño molecular y no penetran en el poro de la lente de contacto.⁵

Los desinfectantes podemos agruparles de la siguiente manera:

- Derivados mercuriosos: uno es el **timerosal**, el cual hemos dicho que en la actualidad está en desuso por las reacciones de hipersensibilidad que producía.⁵ Otro ejemplo, es el **nitrate de fenilmercurio** que podemos encontrar en una proporción del 0,004% en las soluciones únicas de las LCRPG.⁸

- El **peróxido de hidrógeno** es el compuesto con mayor capacidad desinfectante contra los hongos y bacterias. Se suele usar en las soluciones en concentraciones al 3%. Una de sus ventajas es que solo necesita 10 minutos de exposición para eliminar las bacterias y virus, 40 para eliminar los hongos y 2 horas para ser eficaz contra *Acanthamoeba*.^{5,20} Otra importante ventaja es que tras su neutralización, no quedan agentes desinfectantes en la solución evitando así cualquier reacción de hipersensibilidad.⁵

- Amonios cuaternarios: el primero fue el **cloruro de benzalconio (BAK)** pero ya no se utiliza debido a las reacciones de hipersensibilidad que causaba a los usuarios de lentes de contacto hidrofílicas.⁵ El **cloruro de alquil trietanol amonio (ATAC)** tiene propiedades surfactantes y por tanto es adecuado tanto para las soluciones limpiadoras como para las desinfectantes; en las soluciones de almacenaje o conservación se utiliza al 0,013-0,03% para LCH.⁸

Hoy en día el más utilizado es el polyquaternium-1 o **Polyquad**, el cual podemos encontrar en las soluciones únicas. Es un surfactante con propiedades desinfectantes que funciona como excelente antibacteriano pero como mal antifúngico;^{5,21} por ello se emplea en las soluciones junto con otros desinfectantes como el ALDOX (antifúngico y agente *Acanthamoeba*).^{5,8} Las

moléculas de Polyquad tienen un tamaño de 225 ansgtoms, comparado con el de los poros de las LCH que son de 30 a 50 ansgtoms,²² hace que este no penetre en ellas y se reduzcan las reacciones de hipersensibilidad que se producían con desinfectantes como el BAK.^{5,23} Durante años su uso se ha limitado a las soluciones Opti-Free de Alcon, ya que era quien tenía la patente de polímero.^{5,24} Pero tras liberarse la patente, los otros laboratorios han empezado a emplearlo para sus soluciones únicas junto con otros desinfectantes;^{5,25} por ejemplo Bausch & Lomb para su solución única Biotrue.¹⁴

- Biguanidas: las más utilizadas actualmente por su elevado peso molecular son, la polihexametilenbiguanida (**PHMB**)^{5,22} y la poliaminopropil bigunida o polihexanida (**Dymed**). Estas solo se diferencian en que las cadenas de polímeros por los que están formadas, se rompen por distinto sitio. La clorhexidina digluconato (**CHX**) también pertenece al grupo de las biguanidas, pero se ha relacionado con reacciones de hipersensibilidad al usarlo en soluciones para LCH.²²

Otra biguanida es la **alexidina**, la cual es de bajo peso molecular y se empleó por primera vez en la solución Renu MoistureLoc de Bausch & Lomb. Esta se retiró del mercado en 2006 por poder aumentar el riesgo de infección fúngica por Fusarium. Posteriormente se demostró que la solución perdía eficacia por la evaporación en el portales y no por la alexidina.^{5,26} Un año después, se retira también la solución única Complete Moisture Plus de AMO.^{5,27,28} A raíz de estos brotes de queratitis, los laboratorios se plantean mejorar la desinfección de sus soluciones empleando por lo menos dos agentes desinfectantes en lugar de uno. Lo llamaron *dual desinfection*, ejemplo de ello es la solución única Complete Revitalens de AMO que combina la alexidina junto con el Polyquad.⁵

El PHMB tiene alta capacidad de desinfección antimicrobiana, incluso si se encuentra en concentraciones bajas. Actúa contra bacterias como Candida albicans, Streptococcus faecalis, Staphilococys aureus, Escherichia coli y Enterobacter cloacae entre otras. Además su eficacia contra la Acanthamoeba es muy alta, por eso se utiliza junto con otras biguanidas para el tratamiento de queratitis debidas a ella.^{5,29,30}

- El **ALDOX** es otro desinfectante que se usa principalmente en las soluciones de Alcon para potenciar la eficacia contra los hongos, ya que como dijimos el Polyquad tenía menor eficacia antifúngica.^{5,21}

3.3.3. Limpiadores: la función principal de estos compuestos es eliminar los depósitos que se acumulan en la superficie de la lente de contacto. Algunos limpiadores también actúan como humectantes, aumentando la viscosidad y afinidad por el agua en las soluciones.⁵

Dentro de los limpiadores encontramos dos grupos de copolímeros:

- El primero es el **Poloxamer o Pluronic**, que son compuestos lineales, hidrofílicos y no iónicos. Su mecanismo de acción se basa en la formación de micelas en la solución. Las micelas tienen una parte externa hidrofílica y una interna hidrofóbica. De esta manera las partículas insolubles en agua, como

son los lípidos, que se adhieran a la lente de contacto van a quedar atrapadas dentro de la micela y serán eliminadas por arrastre dentro de la solución.⁵

- El otro grupo son las **poloxaminas o Tetronic**. En vez de ser copolímeros lineales son ramificados.⁵

Podemos encontrar otro tipo de agentes limpiadores que no pertenecen a estos dos grupos, los **polisorbatos**. Los cuales son menos utilizados en la soluciones de mantenimiento, pero con frecuencia se emplean en medicina como agentes solubilizadores.⁵

3.3.4. Humectantes: ayudan a que la solución se extienda por la superficie de la lente de contacto⁸ mejorando el confort al insertar la lente de contacto en el ojo, y mejorando la sensación de sequedad. Los principales humectantes que encontramos actualmente en los líquidos de mantenimiento son:

- La **hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) o hipromelosa** es un derivado de la celulosa cuyas características son su conservación a temperatura ambiente sin que pierda sus propiedades y que es de bajo coste.⁵

- La **polivinilpirrolidona (PVP) o povidona** es un polímero soluble en agua que se obtiene del monómero NVP. Aumenta la viscosidad de la solución, lo cual hace mejorar el tiempo de humectabilidad y confort de las lentes de contacto en el ojo.^{5,8}

- El **dexpantenol o provitamina B5** se trata de un alcohol proveniente del ácido pantenólico. Contribuye a mantener estable la película lagrimal tras la inserción de las lentes de contacto y evita que la capa acuosa de la lágrima se evapore, reduciendo así la sensación de sequedad.^{5,31}

- El **hialuronato de sodio (HA) o ácido hialurónico** destaca por sus propiedades de retención de agua y viscoelasticidad. Además presenta elevada mucoadhesividad. En los agentes humectantes el parámetro físico-químico más importante, con relación a su capacidad de retención en el ojo, es su mucoadhesividad. A mayor capacidad de mucoadhesividad, la sensación de humectación será más duradera. De esta manera el poder mucoadhesivo y su viscoelasticidad hace que las cadenas de ácido hialurónico formen redes tridimensionales, lo que le proporciona su gran capacidad de retención de agua.^{5,32}

Según algunos estudios,^{5,33,34} las soluciones que lo contienen a unas concentraciones determinadas, pueden emplearse como tratamiento para casos de ojo seco.⁵

3.3.5. Agentes enzimáticos: potencian la acción de limpieza eliminando las proteínas que provienen de la película lagrimal y se depositan en la superficie de la lente de contacto. No estropean la lente de contacto ni son tóxicos para el ojo, aunque pueden producir reacciones de sensibilidad en determinados usuarios.^{5,35} La mayoría de los comprimidos enzimáticos utilizados, por no decir todos, son de **Subtilisina A**.⁵

3.3.6. Agentes neutralizantes: son necesarios para poder descomponer el peróxido en agua y oxígeno. Pueden ser de dos tipos: enzimáticos si se lleva a cabo con una enzima como la **catalasa** o catalíticos si es con un sistema catalizador como un **disco de platino**. La catalasa la podemos encontrar en forma de comprimidos para los peróxidos de un paso o diluida en la solución en los de dos pasos. Por el contrario, el disco de platino está incorporado en el portalentes. La diferencia entre ambos es el tiempo de exposición del peróxido a las lentes de contacto, relacionándolo con la eficacia de la desinfección. En el caso del disco de platino, la neutralización se llevará a cabo más lentamente finalizando a las 6 horas. Si se neutraliza el peróxido de hidrógeno con la catalasa, la neutralización comienza en el mismo instante que se añade esta y termina entre 2 o 4 horas después.⁵

3.3.7. Otros

El **Aloe Vera**, como humectante y cicatrizante, se incorpora en las soluciones más recientes como es Alvera de Avizor. Previene de posibles irritaciones provocadas por los agentes conservantes.^{5,36} El Aloe Vera crea una película sobre el epitelio corneal, que impide la entrada de agentes extraños.³⁷

La **vitamina B2** como indicador de color en peróxidos de hidrógeno y con efecto regenerador sobre arañazos e irritaciones de la córnea. Empleada en los peróxidos, de un solo paso, Hidro Health H₂O₂ de Disop³⁸ y en el VEO desinfección y neutralización de Tiedra (este último es un peróxido exclusivo para LCH).¹⁴

El **EDTA** es un agente quelante que atrapa los iones de calcio, impidiendo que se depositen en la lente de contacto los depósitos de calcio. Fortalece la eficacia de los agentes desinfectantes. Por tanto se emplea en las soluciones, también como agente desinfectante, en combinación con los agentes antimicrobianos.⁵ Lo contienen prácticamente todas las soluciones únicas del mercado.¹⁴

3.4. Clasificación de las lentes de contacto

Las lentes de contacto se pueden agrupar de varias maneras, bien por su uso, su diseño, su geometría o por el material del que están compuestas.

De manera general, se separan en dos grupos: lentes de contacto blandas o de hidrogel (LCH) y lentes de contacto rígidas permeables a los gases (RPG). Siendo más común en todo el mundo la adaptación de lentes hidrofílicas (hidrogel convencional o de silicona) llegando a representar un 91% de todas las lentes adaptadas.³⁹

La clasificación que más nos interesa para estudiar la compatibilidad con los sistemas de mantenimiento, es la clasificación en función de los materiales que las componen ya que esta organización tiene en cuenta para su fabricación, las propiedades físico-químicas de los materiales. Va a ser una clasificación que no haga necesario tener que probar todas las soluciones de mantenimiento con cada lente de contacto, ya que si no sería muy pesado y

poco práctico. Para LCH, la FDA (Food and Drug Administration) propone separar las lentes hidrofílicas según su contenido en agua y la naturaleza iónica de los polímeros (ver tabla 1). Así a la hora de probar la compatibilidad, solo habría que hacerlo con una lente de cada grupo, ya que el material de las lentes de contacto correspondientes a cada grupo se cree que se comporta de la misma forma química.⁴

Tabla 1. Clasificación de las lentes de contacto hidrofílicas [FDA].

TABLA CLASIFICACIÓN LENTES DE CONTACTO HIDROFÍLICAS							
	Clasificación FDA	Contenido en agua (%)	Ionicidad	Ejemplos			
				Material	Contenido en agua	Marca	Fabricante
Hidrogel convencional	I	Bajo (<50%)	No	Polymacon TetrafilconA	38% 43%	Soflens 38 CooperClear	Bausch & Lomb CooperVision
	II	Alto (>50%)	No	Hilafilcon A Nelfilcon A Omafilcon	70% 69% 59%	Soflens1day Focus Dailies Proclear	Bausch & Lomb Ciba Vision CooperVision
	III	Bajo (<50%)	Sí	Bufilecon A PhemfilconA	45% 38%	Hydrocurve II 45 Durasoft II	Ciba Vision Ciba Vision
	IV	Alto (>50%)	Sí	MethafilconA EtafilconA	55% 58%	Aspheric Acuvue 2	CooperVision Johnson & Johnson
Hidrogel de silicona	V	24-74% (predomina bajo <50%)	Ambos (predomina No)	Balafilcon A Lotrafilcon A Comfilcon A Senofilcon A	36% 24% 48% 38%	PureVision Night&Day Biofinity Acuvue Oasis	Bausch & Lomb Ciba Vision CooperVision Johnson & Johnson

Tabla de clasificación de las lentes de contacto hidrofílicas. En: López Miguel A, López de la Rosa A, Pinto Fraga FJ, Martín Montañez V, González García MJ. Efecto de las condiciones ambientales en la superficie ocular. En: González-Méijome JM, Villar Collar C. Superficie ocular y lentes de contacto; Madrid (España): Grupo ICM Comunicación; 2016: Pag.628

La ionicidad se relaciona con la capacidad que tiene el material de adherir depósitos, especialmente proteicos. El contenido en agua o hidratación afecta tanto a la permeabilidad de los gases (a mayor hidratación, más oxígeno

pasa a través de las moléculas de agua) como al índice de refracción del material (al aumentar la hidratación, este disminuye). Al introducir la silicona en la nueva generación de hidrogeles (hidrogeles de silicona), el contenido en agua deja de tener tanto peso y es la silicona quien marcará la permeabilidad al oxígeno.

El grupo V, correspondiente a los hidrogeles de silicona, a su vez se divide en 5 grupos. Para esta agrupación, lo que se ha hecho básicamente es dividir las lentes de baja hidratación y no iónicas (grupo I) en dos subgrupos (ver tabla 2). Esta subdivisión se cree que predice mejor la adhesión de lípidos a la lente de contacto y los efectos de los surfactantes. Así será más fácil estudiar las interacciones entre los líquidos de mantenimiento y las lentes de contacto.⁴

Tabla 2. Clasificación de los hidrogeles de silicona.

Clasificación de los hidrogeles de silicona (grupo V)	
Grupo	Características
5-A	Baja hidratación, no iónico, hidrofóbo, tratamiento de superficie
5-B1	Baja hidratación, no iónico, hidrófobo, sin tratamiento de superficie y con monómeros hidrofílicos
5-B2	Baja hidratación, no iónico, hidrófobo, sin tratamiento de superficie y con redes semi-interpenetrantes
5-C	Alta hidratación, no iónico, hidrófobo
5-D	Iónico con cualquier tipo de hidratación

Tabla de clasificación de los hidrogeles de silicona. En: Hutter JC, Green JA, Eydelman MB. Proposed Silicone Hydrogel Contact Lens Grouping System for Lens Care Product Compatibility Testing. Eye & Contact Lens. 2012;38:358-362

3.5. Materiales de las lentes de contacto

Una lente de contacto está formada por moléculas llamadas monómeros, que se agrupan en cadenas dando lugar a una macromolécula llamada polímero, y por aditivos que ayudan a la unión de esos monómeros y que modifican algunas de sus propiedades. Los monómeros más utilizados son los siguientes:

Hidrofílicos

- **Hidroxietilmetacrilato (HEMA)**: presenta los radicales hidroxilo (-OH) que confieren una mayor hidratación a la lente de contacto, hasta un 40%. La forma polimérica es el PHEMA, que se usa prácticamente en todas las lentes hidrofílicas del mercado.⁶

- **N-vinilpirrolidona (NVP)**: aumenta la hidratación de la lente de un 50 a un 80% y le proporciona ionicidad, es decir, aumenta la capacidad para adherir depósitos orgánicos de la lágrima y calcio. Además hace que el material de la lente se deteriore con mayor facilidad y aunque aumenta la hidratación de la

lente, hace que se deshidrate durante su uso. En cambio, su forma polimérica (la **PVP**) dota a la lente hidrofílica de alta hidratación acumulando menos lípidos que la NVP.⁶

- **Ácido metacrílico (MA)**: sus radicales carboxilo (-COOH) proporcionan la alta hidrofiliidad y aporta una ionicidad excesiva. Esto hace que la lente adhiera depósitos proteicos con facilidad.⁶

- **Metacrilato de glicerol (GMA)**: gracias a sus radicales hidroxilo, aumenta la humectabilidad superficial y la hidratación del material sin darle ionicidad.⁶

Hidrófobos

- **Metilmetacrilato (MMA)**: usado para las primeras lentes rígidas impermeables al gas. Actualmente proporciona estabilidad y rigidez a lo modernos polímeros de las lentes de contacto RPG, pero su uso cada vez es menor para dar mayor permeabilidad a los gases. Su forma polimérica es el **PMMA**.⁶

- **Dimetacrilato de etilenoglicol (DMAEG)**: se utiliza para unir las cadenas poliméricas, las da estabilidad y junto con otros radicales hidrófobos, limita la capacidad de las LCH para hidratarse.⁶

- **Trimetilsiloxano (TRIS)**: se usa en la polimerización del MMA en los materiales de las lentes de contacto RPG. Aumenta la permeabilidad ya que impide el empaquetamiento del polímero, facilitando el paso de los gases a través de los espacios vacíos en la malla polimérica. Además aumenta la flexibilidad de la lente porque las uniones entre los átomos de silicio y oxígeno son más flexibles que las uniones entre los átomos de carbono.⁶

- **Monómeros fluorados**: empleado junto con el TRIS y otros radicales hidrófobos para la obtención de materiales para lentes de contacto RPG. Aumentan la permeabilidad a los gases sin disminuir su rigidez, compensando la pérdida de dureza que da el siloxano.⁶

- **Polidimetilsiloxano (PDMS)**: en este caso se trata de un macrómero utilizado en lentes de contacto RPG. Pese a su hidrofobicidad, la dificultad de fabricación y la capacidad de adhesión de lípidos que presenta, también se emplea para la fabricación de las LCH de HSi.⁶

Actualmente, la industria de las lentes de contacto busca mejorar la hidratación del polímero para mejorar el confort del usuario. De esta manera, los últimos avances han sido añadir agentes humectantes en el interior del polímero,^{40,41} lo que hace que aumente la hidrofiliidad del material y se disminuyan los depósitos de proteínas en la superficie de la lente de contacto. Asimismo, parte de estos agentes se liberan en la superficie de la lente manteniéndola lubricada más tiempo. Los agentes humectantes más utilizados son el PVA, el HA, la PVP o la HPMC.⁴¹

3.6. Interacción materiales LC-sistemas de mantenimiento

3.6.1. Ensayos de valoración de las soluciones

La norma ISO 14534:2015³ además de fijar los requisitos que deben cumplir las soluciones de mantenimiento, advierte que en ausencia de una norma internacional relevante, es el fabricante quien debe demostrar que el producto cumple con los requisitos mediante aportación de evidencia científica. De esta manera, podemos encontrar una serie de ensayos interesantes para el óptico optometrista, que se realizan para estudiar la compatibilidad y la eficacia de las soluciones de mantenimiento.⁵

Los ensayos que estudian la compatibilidad física, se encargan de determinar si algunos parámetros de las lentes de contacto tanto RPG como LCH varían con respecto a los valores iniciales antes del uso de las soluciones. Los ensayos de compatibilidad química, se encargan de valorar la absorción y liberación de los conservantes por las lentes de contacto con el propósito de evitar las reacciones de sensibilidad y toxicidad que algunos usuarios sufren. Otros ensayos importantes son los de biocompatibilidad, ya que la lente de contacto debe ser compatible además de con la solución, con los tejidos oculares.⁵

Para comprobar si la desinfección de las soluciones es eficaz, estas deben pasar el *Stand Alone Test*, que mide la reducción de hongos y bacterias de una solución única durante un tiempo considerado y el *Regimen Test*, que indica que no pueden quedar más de diez microorganismos en cada lente de contacto y solución tras ser sometida a la desinfección siguiendo las instrucciones de uso del fabricante. Si la solución no aprueba ambos test, no podrá salir al mercado.^{5,8}

Los estudios que determinan la capacidad de limpieza no siguen ninguna norma ISO hoy en día, pero como hemos indicado antes, en estos casos serán los propios laboratorios los que deben encargarse de demostrar si la solución cumple la función limpiadora. El problema de este punto radica en que al hacer cada laboratorio sus propios ensayos, es complicado comparar entre la capacidad de limpieza de cada solución y por tanto escoger la solución con mayor capacidad de limpieza contra determinados tipos de depósitos.⁵

3.6.2. Reacciones adversas

Los usuarios de lentes de contacto pueden experimentar una serie de complicaciones o reacciones adversas a los sistemas de mantenimiento, por un incorrecto uso de los mismos o por no usar el líquido adecuado a sus lentes de contacto. A lo largo de los años, se han descrito mayor número de complicaciones en los usuarios de LCH que en los de LCRPG, ya que estas últimas no absorben los agentes conservantes, ni surfactantes.^{5,9}

La más común es la toxicidad a los componentes de las soluciones, especialmente a los desinfectantes como el BAK, el ácido sórbico, la CHX, el timerosal o el ATAC. El BAK no se puede utilizar con las LCH ya que se acumula en su matriz. El ácido sórbico, además de tener bajo poder antibacteriano, decolora las LCH. La CHX tampoco debe emplearse con LCH

por provocar la muerte celular mediante su absorción en la superficie de la célula y producir reacciones de hipersensibilidad cuando la molécula de CHX se une a los depósitos de proteínas. Las biguanidas junto con el timerosal (conservante que puede producir reacción alérgica incluso meses después de interrumpir su uso), presenta un nivel muy alto de desinfección pero en altas concentraciones son tóxicos para el epitelio corneal. También se producen reacciones de toxicidad a las soluciones, si tras la limpieza ha sido insuficiente la neutralización del peróxido de hidrógeno, si han quedado restos de enzimas, o si el surfactante llega a la superficie ocular porque el aclarado no ha sido perfecto.^{17,42,43}

Para evitar estas reacciones de toxicidad, muchos de los desinfectantes como el BAK, el timerosal, o el ácido sórbico se dejaron de emplear en la formulación de las soluciones. Actualmente, se utilizan desinfectantes de mayor peso molecular, para que no penetren en la matriz de la lente de contacto y evitar o reducir las reacciones de hipersensibilidad. Estos son el Dymed, la PHMB y el Polyquad.^{9,22}

Aun así, el uso de lentes de contacto de HSi con soluciones que contienen PHMB se ha asociado con casos de queratitis punteada superficial.^{42,44} Además según un estudio publicado en 2011, se comprueba que el desinfectante que mayor tinción corneal produce a las dos horas es la PHMB, siendo el de menor el peróxido de hidrógeno.⁴⁵

Otras complicaciones pueden ser: la aparición de infiltrados corneales estériles debido a escasez o ausencia de desinfección de la lente de contacto, la queratitis infecciosa por *Acanthamoeba* originada por mala desinfección del portaleses o por limpiar las lentes de contacto con agua, y la conjuntivitis papilar inducida por lentes de contacto que se trata de una reacción de hipersensibilidad inmediata o retardada a los depósitos que se acumulan en la lente de contacto si no se lleva a cabo una correcta limpieza.¹⁷

4. DISCUSIÓN

Una vez revisada la bibliografía disponible, podemos afirmar que la prescripción del sistema de mantenimiento más adecuado es una competencia del óptico optometrista. Dependiendo del tipo de lente de contacto, del material, del reemplazo, la adherencia de depósitos etc., podemos hacer las siguientes recomendaciones:

- Para LCH desechables diarias, no haría falta ningún tipo de mantenimiento porque no es necesario ni desinfectarla ni conservarla, ya que al retirarla del ojo se van a desechar. Es conveniente tener una solución salina o una solución única para aclararla antes de ser utilizada o si en alguna ocasión puntual el usuario necesita quitárselas un corto período de tiempo y se las vuelve a poner.
- Las LCH desechables quincenales o mensuales necesitan pasar por las cuatro fases de mantenimiento. Con una solución única se cubren las cuatro fases.

- Las LCH desechables trimestrales requieren un mantenimiento más complejo. Por ello, lo más adecuado es usar una solución única y realizar la limpieza enzimática cada una o dos semanas. Para facilitar la limpieza al usuario, podemos recomendarle una solución única que incluya la limpieza enzimática. Algunas veces puede ser necesario usar un peróxido en lugar de una solución única.
- Para las LCH anuales, la limpieza diaria debe ser más estricta. Para ello hay que hacer uso de un peróxido y cada quince días o una vez al mes, hacer la limpieza enzimática.

Además del reemplazo, hay que tener en cuenta si la LCH es de un material iónico o no iónico. Si el material es iónico, la tendencia a acumular proteínas en la superficie de la lente de contacto será mayor. Por tanto se debe buscar una solución única que actúe específicamente contra estas o bien realizar la limpieza enzimática con la frecuencia que sea necesaria. Por el contrario, si el material es no iónico, la tendencia será a acumular lípidos y habría que escoger una solución con una correcta acción surfactante.⁶

Respecto al hidrogel de silicona, la mayoría de ellos son no iónicos.⁴¹ Acumulan más depósitos de mucina y de lípidos, por tanto lo aconsejable es una solución específica para lentes de HSi.

- Para las lentes de contacto RPG, aunque en el mercado hay soluciones únicas específicas para ellas, se prefieren otros productos que proporcionen una limpieza más eficaz. Bien un limpiador junto con un desinfectante/humectante o bien un peróxido.

En cualquiera de los casos, si el usuario tiene sequedad ocular, buscaríamos una solución con agentes humectantes como la PVP o el ácido hialurónico.⁵ El introducir agentes humectantes en la solución también hace que los depósitos a las proteínas disminuyan.⁴¹ Si el usuario presentase una reacción de toxicidad o hipersensibilidad a la solución que estuviera usando, primero probaríamos a cambiarle a un peróxido o a una solución que contenga desinfectantes de alto peso molecular; y si no se resolviera el problema, tendríamos que cambiar la lente de contacto a un reemplazo diario para poder eliminar el sistema de mantenimiento.

Por último, conviene dejar escrito en la historia clínica del paciente las instrucciones o recomendaciones para el mantenimiento de la lente de contacto y las razones por las cuales es imprescindible, y entregar por escrito al paciente cómo debe usar ese líquido con su lente de contacto. Ya que es común que los usuarios cambien de solución de mantenimiento por su propia cuenta sin conocimiento de las posibles complicaciones que eso conlleva.⁹ Por tanto, hay que concienciar al usuario de la importancia de la limpieza y cuidado de las lentes de contacto.

5. CONCLUSIONES

Como ópticos optometristas debemos conocer las propiedades de los materiales de las lentes de contacto, al igual que las características de los componentes de los sistemas de mantenimiento para poder recomendar el más adecuado a cada uno de nuestros pacientes. Además, es importante revisar con frecuencia la literatura y estar al día ya que cada cierto tiempo aparecen nuevos materiales de lentes de contacto y nuevos sistemas de mantenimiento, al igual que otros se retiran del mercado. Aun así, hoy en día queda mucho por investigar y demostrar a la hora de conocer la compatibilidad de los sistemas de mantenimiento con las lentes de contacto.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Real Decreto 1591/2009, de 16 de octubre, por el que se regulan los productos sanitarios. Boletín Oficial del Estado, núm. 268, 6 de noviembre de 2009. <http://www.boe.es/boe/dias/2009/11/06/pdfs/BOE-A-2009-17606.pdf> (6 de marzo de 2017).
2. Legislación española sobre productos sanitarios. Agencia Española del Medicamento y Producto Sanitario. <https://www.aemps.gob.es/legislacion/espana/productosSanitarios/prodSanitari os.htm#Directiva> (30 de abril de 2017).
3. AENOR. Norma Europea UNE-EN ISO 14534:2015. Lentes de contacto y productos para el cuidado de las lentes de contacto. Requisitos fundamentales. Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN ISO 14534:2011. <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0054587#.WQ9g6TGsWfK> (30 de abril de 2017).
4. Hutter JC, Green JA, Eydelman MB. Proposed Silicone Hydrogel Contact Lens Grouping System for Lens Care Product Compatibility Testing. *Eye & Contact Lens*. 2012;38:358-362.
5. Álvarez-Peregrina C. Sistemas de mantenimiento de lentes de contacto. En: González-Méijome JM, Villar Collar C. Superficie ocular y lentes de contacto; Madrid (España): Grupo ICM Comunicación; 2016: Pag.165-192.
6. Compañ Moreno V, Peixoto-de-Matos SC, González-Méijome JM. Propiedades físico-químicas de los materiales de lentes de contacto e implicaciones clínicas. En: González-Méijome JM, Villar Collar C. Superficie ocular y lentes de contacto; Madrid (España): Grupo ICM Comunicación; 2016: Pag.93-128.
7. Munoa Roiz JL, Aramendía Salvador E. Historia y desarrollo de las lentes de contacto. <http://www.oftalmo.com/publicaciones/lentes/cap2.htm> (6 de mayo de 2017).
8. Care systems. En: Gasson A, Morris J. The contact lens manual; Oxford (Reino Unido): Butterworth Heinemann; 2003: Pag.329-344.
9. Durán de la Colina JA, Aguado del Yerro I. Mantenimiento de las lentes de contacto. <http://www.oftalmo.com/publicaciones/lentes/cap5.htm> (19 de marzo de 2017).
10. Levey SB, Cohen EJ. Methods of disinfecting contact lenses to avoid corneal disorders. *Surv Ophthalmol*. 1996 0;41(3):245-251.
11. Mondino BJ, Salomon SM, Zaidman GW. Allergic and toxic reactions in soft contact lens wearers. *Surv Ophthalmol*. 1982 5/6;26(6):337-344.
12. Stapleton F, Stretton S, Sankaridurg PR, Chandola H, Shovlin J. Hypersensitivity responses and contact lens wear. *Contact Lens and Anterior Eye*. 2003 6;26(2):57-69.
13. González-Méijome JM, Villar Collar C, Morgan P, Santodomingo J. Prescripción y uso de lentes de contacto: perspectiva global. En: González-

Méijome JM, Villar Collar C. Superficie ocular y lentes de contacto; Madrid (España): Grupo ICM Comunicación; 2016: Pag.15-36.

14. Vademecum Informado de Contactología 2017. Colegio Nacional de Ópticos Optometristas.

15. Gómez G, González, De Costa IJ. El sector español de la óptica oftálmica en 2012. Gaceta de Optometría y Óptica Oftálmica. 2013(483):566-59.

16. Santodomingo J, Villa C, Morgan P. Lentes de contacto adaptadas en España en 2016. Gaceta de Optometría y Óptica Oftálmica. 2017;521:68-72.

17. Gorrochotegui MA, Rojas MC, Serrano H, Gorrochotegui MC. Lentes de contacto: historia, tipos y complicaciones de su uso. <https://www.invima.gov.co/images/pdf/intranet/Dir%20operaciones/ART%C3%8DCULO%20DE%20LENTES%20DE%20CONTACTO,%20HISTORIA,%20TIPO%20Y%20COMPLICACIONES%20DE%20USO.pdf> (6 de mayo de 2015).

18. McDonnell G, Russell AD. Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. Clin Microbiol Rev. 1999;12(1):147-179.

19. Millard K, Xia E, Groemminger S, Kilbury J, Inventors. Barrer J, assignee. Peroxide contact lens care solution. NY (US) Patent wo2011159364.2011.

20. Coral-Ghanem C, Bailey MD. Maintenance and Handling of Contact Lenses. In: Zadnik K, Coral-Ghanem C, Kara-José N, editors. Contact lenses in ophthalmic practice. 1ª ed. Ed. NY: Springer; 2004:204-242.

21. Codling CE, Hann AC, Maillard J, Russell AD. An investigation into the antimicrobial mechanisms of action of two contact lens biocides using electron microscopy. Contact Lens and Anterior Eye. 2005 12;28(4):163-168.

22. Guía de soluciones. En: Bruce AS, PhD, FAAO. Una guía para el manejo clínico de las lentes de contacto; Duluth, Georgia (EEUU): CIBA VISION Corporation; 2008: Pag.87-89.

23. Furrer P, Mayer JM, Gurny R. Ocular tolerance of preservatives and alternatives. European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics. 2002 5;53(3):263-280.

24. Bilbault T, Chowhan M, Quintana R, inventors. Alcon Laboratories I, assignee. Process for cleaning and disinfecting contact lenses. WO1995006099 A1. 1995 1993.

25. Kilvington S, Huang L, Kao E, Powell CH. Development of a new contact lens multipurpose solution: Comparative analysis of microbiological, biological and clinical performance. Journal of Optometry 2010 0;3(3):134-142.

26. Kilvington S, Powell CH, Lam A, Lonnen J. Antimicrobial efficacy of multi-purpose contact lens disinfectant solutions following evaporation. Contact Lens and Anterior Eye. 2011 8;34(4):183-187.

27. Joslin CE, Tu EY, Shoff ME, Booston GC, Fuerst PA, McMahon TT, et al. The Association of Contact Lens Solution Use and Acanthamoeba Keratitis. Am J Ophthalmol. 2007 8;144(2):169-180.e2.

28. Tu EY, Joslin CE. Recent Outbreaks of Atypical Contact Lens-Related Keratitis: What Have We Learnd? *Am J Ophthalmol.* 2010 11;150(5):602-608.e2.

29. Kramer A, Assadian O. SP19-3 Polihexanide-characteristics and clinical findings. *Int J Antimicrob Agents* 2013 6;42,Supplement 280:S21.

30. Lorenzo-Morales J, Martín-Navarro CM, López-Arencibia A, Arnalich-Montiel F, Piñero JE, Valladares B. Acanthamoeba keratitis: an emerging disease gathering importance worldwide? *Trends Parasitol.* 2013 4;29(4):181-187.

31. Schwind P, Scherer A, inventors. Novartis AG, assignee. Lens care product containing dexpanthenol. Basel (CH) patent EP 1 353 709 B2. 2011 2007.

32. Rah MJ. A review of hyaluronan and its ophthalmic applications. *Optometry-Journal of the American Optometric Association.* 2011 1;82(1):38-43.

33. McCabe E, Narayanan S. Advancements in anti-inflammatory therapy for dry eye síndrome. *Optometry-Journal of the American Optometric Association.* 2009 10;80(10):555-566.

34. Vogel R, Crockett RS, Oden N, Laliberte TW, Molina L. Demonstration of Efficacy in the Treatment of Dry Eye Disease with 0,18% Sodium Hyaluronate Ophthalmic Solution (Vismed, Rejena). *Am J Ophthalmol* 2010 4;149(4):594-601.

35. Grupo Franja, la información de la Salud Visual. Sistemas de mantenimiento de lentes de contacto. <http://grupofranja.com/index.php/contactologia/item/463-sistemas-de-mantenimiento-de-lentes-de-contacto> (4 de mayo de 2016).

36. Pinto-Fraga J, Blázquez Arauzo F, Urbano Rodríguez R, González García MJ. Evaluation of safety and efficacy of a new multipurpose disinfecting solution on silicone hydrogel contact lenses. *Journal of Optometry.* 2015 (0);8(1):40-47.

37. Avizor. Catálogo de productos para lentes blandas. http://www.avizor.com/productos.php?id_familia=756&id_producto=732&asl=1 (20 de mayo de 2017).

38. Disop. Soluciones Hidro Heath. <http://disop.hidrohealth.com/> (20 de mayo de 2017).

39. Santodomingo J, Villa C, Morgan P. Lentes de contacto adaptadas en España en 2016: comparación con otros países. *Gaceta de Optometría y Óptica Oftálmica.* 2017;522:64-71.

40. Weeks A, Morrison D, Alauzun JG, Brook MA, Jones L, Sheardown H. Photocrosslinkable hyaluronic acid as an internal wetting agent in model conventional and silicone hydrogel contact lenses. *J Biomed Mater Res A.* 2012;100:1972-1982.

41. López Miguel A, López de la Rosa A, Pinto Fraga FJ, Martín Montañez V, González García MJ. Efecto de las condiciones ambientales en la superficie ocular. En: González-Méijome JM, Villar Collar C. Superficie ocular y lentes de contacto; Madrid (España): Grupo ICM Comunicación; 2016: Pag.621-640.
42. González Pérez J, Parafita Mato MA. Inmunología de la superficie ocular y complicaciones derivadas del uso de lentes de contacto. En: González-Méijome JM, Villar Collar C. Superficie ocular y lentes de contacto; Madrid (España): Grupo ICM Comunicación; 2016: Pag.569-620.
43. Supplementary aftercare. En: Gasson A, Morris J. The contact lens manual; Oxford (Reino Unido): Butterworth Heinemann; 2003: Pag.372-392.
44. Jones L, MacDougall N, Sorbara LG. Asymptomatic corneal staining associated with the use of balafilcon silicon-hydrogel contact lenses disinfected with a polyaminopropyl biguanide-preserved regimen. Optom Vis Sci. 2002;79:753-761.
45. The Staining Grid Center. Lens and solution combinations percentage of average corneal staining area at 2 hours. <http://www.staininggrid.com/> (23 de mayo de 2017).

Anexo I: ACRÓNIMOS EMPLEADOS

ATAC: Cloruro de alquil trietanol amonio

BAK: Cloruro de Benzalconio

CHX: Clorhexidina digluconato

FDA: Food and Drug Administration

HA: Ácido hialurónico

HPMC: Hidroxipropilmetil celulosa

HSi: Hidrogel de Silicona

MA: Ácido Metacrílico

MMA: Metil Metacrilato

NVP: N-Vinil Pirrolidona

LCH: Lentes de Contacto Hidrofílicas

LCRPG: Lentes de Contacto Rígidas Permeables a los Gases

PHEMA: Poly-hidroxietilmetacrilato

PHMB: PoliHexaMetilen Biguanida o PoliHexanida

PMMA: PoliMetilMetacrilato

PVA: Alcohol Polivinílico

PVP: Polivinil Pirrolidona

RPG: Rígidas Permeables a los Gases

TRIS: Trimetilsiloxano