



FACULTAD DE FARMACIA
UNIVERSIDAD DE SEVILLA



EFICACIA DE LAS SOLUCIONES MULTIPROPÓSITO EN LENTES DE CONTACTO

LOLA MORETÓN GONZÁLEZ



FACULTAD DE FARMACIA
UNIVERSIDAD DE SEVILLA



TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

EFICACIA DE LAS SOLUCIONES MULTIPROPÓSITO EN LENTES DE CONTACTO

Alumna: Lola Moretón González

Fecha y lugar: 5 de julio de 2022, Aula 5

Área: Medicina preventiva y salud visual

Tutor: Juan Ramón Lacalle Remigio

Revisión bibliográfica

RESUMEN

Objetivos: En esta revisión bibliográfica se evalúa la eficacia de las soluciones multipropósito (MPS) en el ámbito de la limpieza y la desinfección contra diferentes microorganismos en lentes de contacto (LC).

Material y métodos: A partir de la búsqueda realizada en fuentes de datos como PubMed, EMBASE o Medline y el apoyo de Google Scholar, se realizó un estudio de la eficacia conocida de las MPS en los últimos años, incluyendo estudios clínicos realizados *in vivo* y con la ayuda de estudios descriptivos y ensayos realizados *in vitro*. Para ello, se buscó responder a la pregunta PICO: “¿Demuestran las nuevas soluciones multipropósito una mayor eficacia que otras soluciones oftálmicas con respecto a la limpieza y desinfección de lentes de contacto?”.

Resultados: Se recogieron 8 artículos para la obtención de resultados, en los que solo se pudo encontrar un ensayo clínico comparativo sobre la seguridad del uso de Aloe vera en MPS y otro ensayo *in vivo* sobre estas soluciones frente a la queratitis bacteriana. Hubo que apoyar la búsqueda sobre la eficacia de desinfección en 6 estudios *in vitro* sobre microorganismos como *Acanthamoeba*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Aspergillus fumigatus*, *Fusarium sp.* y una última más actual, sobre el nuevo coronavirus humano provocado por SARS-CoV-2.

Conclusiones: Se presenció una carencia de conocimientos frente a este producto a pesar de su frecuente uso en el mantenimiento de LC en pacientes. La eficacia de mantenimiento y limpieza de estas soluciones es correcta, pero la desinfección no mostró los efectos microbicidas deseados. Para una eliminación total se demostró una mayor eficacia en otras soluciones como las compuestas con peróxido de hidrógeno.

Palabras clave: solución multipropósito; MPS; solución polivalente; lentes de contacto; queratitis bacteriana; solución oftálmica.

GLOSARIO DE ABREVIATURAS:

- LC Hi-Si:** Lente de contacto de hidrogel de silicona.
- LC:** Lente de contacto.
- LCH:** Lente de contacto de hidrogel.
- LCRGP:** Lente de contacto rígida permeable al gas.
- MHV:** Virus de la hepatitis de ratón.
- MPS:** Solución multipropósito.
- PHMB:** Polihexametileno biguanida.
- SARS-CoV-2:** Coronavirus-2 del Síndrome Respiratorio Agudo Severo.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVOS Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN (PICO)	8
3. MÉTODO.....	8
3.1. Fuentes de datos.....	8
3.2. Criterio de selección de artículos.....	9
3.3. Estrategia de búsqueda.....	9
3.4. Valoración de la calidad de los estudios.....	10
4. RESULTADOS.....	10
4.1. Estudios utilizados para la revisión.....	12
4.1.1. Estudios realizados in vivo.....	14
4.1.2. Estudios realizados in vitro.....	17
5. DISCUSIÓN.....	25
6. CONCLUSIONES	27
7. REFERENCIAS DE LOS ARTÍCULOS REVISADOS	27
8. BIBLIOGRAFÍA GENERAL	28

1. INTRODUCCIÓN

El incremento del uso de lentes de contacto por parte de la población con problemas refractivos es innegable. Solo en España, cerca del 13% de la población las elige frente a las gafas y son los jóvenes los que la usan en mayor medida.

La idea de las primeras lentes de contacto surgió del propio Leonardo da Vinci en 1508 con la intención de neutralizar la superficie irregular de un ojo mediante un recipiente cóncavo regular lleno de agua con lo que sustituir esta córnea por otra nueva superficie de refracción. Estas primeras lentes de contacto eran de vidrio, muy difíciles de adaptar y caras de fabricar y su rigidez y fragilidad podían llegar a causar daños oculares que en ocasiones podían llegar a ser irreversibles, por lo que, aunque se antojaba una idea interesante, la integración de una lente que se apoyara sobre la superficie ocular para corregir problemas refractivos no era muy factible. (Ferreiro et al., 2012)

No fue hasta mediados del siglo XX cuando se desarrolló en EE.UU. una lente de polimetilmetacrilato (PMMA) que solucionaba el problema de los daños oculares relacionados con el espesor de la lente o la consistencia, entre otros. Pero hasta que los científicos no comprendieron la manera mediante la cual la córnea recibía oxígeno, no cayeron en la cuenta de la necesidad de materiales permeables al gas. Fue aquí donde se empezó a experimentar con las lentes de hidrogel, provocando un gran avance en la historia de las lentes de contacto. Su biocompatibilidad y su alto contenido en agua mejoraban notablemente la comodidad de uso, pero seguían encontrando problemas debido a que no conseguían proporcionar una buena agudeza visual por el grosor del material. (Ferreiro et al., 2012)

Después de años de investigación y avances científicos, las lentes de contacto han conseguido evolucionar a lo que son hoy en día, pudiendo clasificarse en tres grandes grupos:

- **Lentes de contacto rígidas permeables al gas (LCRGP).** Compuestas de acrilatos de silicona, las LCRGP aportan, además de una alta permeabilidad al oxígeno, una alta nitidez en la visión debido a la transparencia de sus materiales y a la disminución

de acumulación de depósitos en las superficies de la lente proveniente de la lágrima. (Heiting, 2019)

- **Lentes de contacto híbridas.** Fabricadas de polímeros de poliestireno, las lentes de contacto híbridas ofrecen una zona óptica central que ofrece la mejor visión de una lente rígida permeable al gas y una zona periférica que proporciona la comodidad de una lente blanda. (Leal et al., 2007)

- **Lentes de contacto hidrofílicas (LCH).** Coloquialmente conocidas como lentes blandas, son las más utilizadas en corrección de ametropías y se caracterizan por su alto contenido acuoso (del 24% al 78 % de su contenido es agua) como consecuencia de su estructura formada por una red de polímeros como hidroxietilmetacrilato (HEMA) y polivinilpirrolidona (PVP) o derivados. (Childs et al., 2016)

Se puede distinguir entre lentes de hidrogel o lentes de hidrogel de silicona (Hi-Si), que se diferencian principalmente en que la silicona proporciona una mayor permeabilidad al oxígeno que la del agua, por lo que la humectabilidad es mayor. (Childs et al., 2016)

Se puede resumir la definición de una LC en un funcionamiento sencillo: es un material transparente que es adaptable a la superficie ocular, concretamente a la córnea y, en algunos casos, a la conjuntiva. Pero no deja de ser un cuerpo extraño con una interacción muy íntima con dichas superficies, pudiendo favorecer a la acumulación de elementos orgánicos e inorgánicos y/o a la aparición o mantenimiento de úlceras, erosiones u otras patologías oculares. Por otra parte, también ejercen efectos sobre la lágrima, que deberá encontrarse bañando la lente por sus dos caras. Proteínas y lípidos provenientes de esa lágrima pueden acumularse en las superficies de la lente y causar diferentes afecciones, desde irritación ocular hasta infecciones provocadas por microorganismos.

Algunos estudios confirman que las reacciones adversas más probables según los usuarios de lentes de contacto sitúan en el primer lugar la aparición de depósitos en las lentes, seguido del incumplimiento de los cuidados de salud ocular y la sequedad. La probabilidad de abandono de las lentes de contacto debido a molestias oculares

umentará cuanto mayor sea la cantidad de toxicidad corneal notada. (Lievens et al., 2006)

Los reemplazos frecuentes y las lentes de contacto desechables pueden solucionar parcialmente los problemas de los depósitos e incluso pueden llegar a reducir la incidencia de ojo seco. Pero, para minimizar el riesgo de eventos tanto inflamatorios como infecciosos asociados al porte de LC, la mejor recomendación es el uso de soluciones oftálmicas desinfectantes ya que permiten eliminar los depósitos e inactivar las bacterias y la respectiva producción de toxinas.

Los sistemas de mantenimiento de lentes de contacto comprenden cuatro pasos: limpieza, enjuague, desinfección y almacenamiento. La desinfección es responsable de matar los microorganismos patógenos capaces de inducir infecciones oculares y, por tanto, la etapa más importante es el mantenimiento de LC. Las soluciones multipropósito (MPS) son utilizadas como uno de los sistemas más comunes de desinfección, en el que una única solución es utilizada para la limpieza, desinfección, lavado y almacenamiento de LC. (Üstüntürk and Zeybek, 2014).

Las soluciones multipropósito (MPS) se utilizan para la desinfección de las lentes de contacto, pero también para el cuidado y protección de las superficies corneales, ya que logra efectos lubricantes y antimicrobianos. (Kilvington et al., 2010)

Además de la actividad desinfectante, estas soluciones también han de cumplir su función de biocompatibilidad ocular. Por ello contiene compuestos que ayudan a limpiar y humedecer (agentes tensioactivos), desinfectar mediante el secuestro de iones y la eliminación de proteínas (quelantes), proteger y lubricar (emolientes) y estabilizar el pH, la tonicidad y la osmolaridad (tampones). (Üstüntürk and Zeybek, 2014)

Las MPS posee tres componentes básicos: un agente antimicrobiano, un sistema tampón y, en algunos casos, un surfactante. Las diferencias en las concentraciones o la composición química exacta en los componentes de la solución son las que hacen las hipótesis de que cada uno exhibe una cantidad diferente de toxicidad en la superficie corneal. (Lievens et al., 2006)

Üstüntürk and Zeybek describieron en su estudio los ingredientes activos de MPS, formados por:

COMPONENTE	CARACTERÍSTICAS	ACTIVIDAD
Policuaternario-1	Polímero catiónico que no inhibe el crecimiento de las células corneales humanas, pero protege contra bacterias.	Tiene una actividad predominantemente bacteriana.
Miristamidopropil dimetilamina	Agente fúngico con acción antiamebiana.	Hongos y parásitos como las amebas.
Poliaminopropil biguanida	Antibacteriano de amplio espectro.	Bacterias Gram positivas y Gram negativas, hongos, esporas y <i>P. aeruginosa</i> .
Polihexametileno biguanida (PHMB)	Responsable de los cambios de permeabilidad en la membrana plasmática debido a la modificación funcional de las enzimas relacionadas.	Efecto inhibitorio y microbicida frente a bacterias y levaduras.
Edatato disódico (EDTA)	Mejora la acción de los antimicrobianos catiónicos.	Bacterias Gram positivas, Gram negativas, hongos y algunos virus.

Tabla 1: Ingredientes activos de las MPS según Üstüntürk and Zeybek, 2014.

Fuente: elaboración propia.

Los estudios han demostrado que gracias a la acción del PHMB son eficaces frente a los contaminantes más comunes de las lentes: desde bacterias como *Pseudomona aeruginosa* o *Staphylococcus aureus*, a hongos como *Cándida albicans*, las especies de *Fusarium* o parásitos como la *Acanthamoeba*. (Rodríguez et al., 2021)

Las MPS son las soluciones desinfectantes más recetadas para el cuidado de las lentes y han evolucionado mucho en los últimos años. En la actualidad, brindan comodidad en el proceso, comodidad en el producto y una desinfección efectiva. Sin embargo, ninguna MPS es completamente efectiva para eliminar microorganismos, especialmente los patógenos.

A pesar de que hay estudios que confirman que cerca del 90% de usuarios de LC utilizan las MPS como desinfectante diario, es un gran desconocido con respecto a la limpieza y, sobre todo, a la desinfección. (Lievens et al., 2006) El mundo de las lentes de contacto no para de evolucionar y los sistemas para su mantenimiento deberían

evolucionar con ellas. Es por ello, que se quiere utilizar esta revisión para conocer más acerca de estas soluciones oftálmicas y los beneficios que aporta en los usuarios, así como sus habilidades de limpieza y desinfección frente a los microorganismos más frecuentes en el ámbito de infecciones oculares.

2. OBJETIVOS Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN (PICO)

El objetivo de esta revisión es evaluar la eficacia de limpieza y desinfección de las MPS contra diferentes especies bacterianas, víricas, fúngicas y parasitarias en las lentes de contacto.

Para definir adecuadamente el ámbito de la revisión, se formula la siguiente pregunta PICO:

“¿Demuestran las nuevas soluciones multipropósito una mayor eficacia que otras soluciones oftálmicas con respecto a la limpieza y desinfección de lentes de contacto?”

Esta pregunta de investigación se puede desglosar en los siguientes apartados:

- **Población:** Sujetos portadores de LC.
- **Intervención:** Soluciones multipropósito de nuevas formulaciones.
- **Comparación:** Otras soluciones oftálmicas.
- **Variable de resultados (outcomes):** analizar si las MPS sometidas a estudio obtienen mejores resultados de limpieza y desinfección que las convencionales o las soluciones control.

3. MÉTODO.

3.1. Fuentes de datos.

Para la realización de esta revisión bibliográfica se consultó en bases científicas de datos como PubMed, EMBASE y Medline, además del apoyo de Google y Google Scholar. Inició con la búsqueda de ensayos clínicos en pacientes a tiempo real, junto con revisiones sistemáticas. También seleccioné los estudios en laboratorio in vitro, para

aquellas patologías o afecciones oculares que son más difíciles de estudiar en pacientes en vivo.

3.2. Criterio de selección de artículos.

En febrero de 2022 se decidió cambiar el título del trabajo, ya que al buscar artículos con términos como “solución all-in-one” no se encontraron artículos que pudiera tener utilidad en relación con las lentes de contacto, por lo que hubo que cambiar ese término y centrar la búsqueda en “soluciones multipropósito” o “MPS”. Fue entonces donde se comenzó la recopilación de artículos y documentos que mencionaban o se relacionaban con el tema en cuestión.

Para concretar la selección de artículos, se excluyeron aquellos que emplearan otro idioma distinto al español y al inglés. Solamente se incluyeron artículos con acceso libre al texto completo.

La búsqueda se comenzó con fijación en ensayos clínicos con evaluación de LC sobre pacientes reales en los 10 últimos años, por acercarlo lo más posible a la realidad la aplicación de las MPS. Pero el recuento de artículos con dichas características fue escaso, por lo que se decidió explorar también en artículos con investigaciones *in vitro* que evaluaran el uso de las MPS frente a patologías y posibles infecciones por parásitos, bacterias y hongos que no son tan fáciles de encontrar en pacientes que cumplan todos los requisitos de estudio y así completar la investigación del proyecto y comprender el funcionamiento de MPS en campos que no se han estudiado con pacientes.

Una vez obtenidos todos los documentos se contrastó la información entre ellos, teniendo en cuenta los más actuales y los que mejor se adaptaran a los datos de interés.

3.3. Estrategia de búsqueda.

Para la obtención de artículos que se ajustasen a dichas características requeridas, se trabajó con descriptores o términos de los tesauros Medical Subject Headline (MeSH) y Descriptores de Ciencias de la Salud (DeCS).

Las palabras claves empleadas fueron algunas como “soluciones multipropósito”, “soluciones polivalentes o “lentes de contacto”, además de términos en inglés como “multipurpose” “ophtalmic solution” o “MPS”. Para obtener los artículos utilizados se ha llevado a cabo la combinación de estas palabras junto con operadores booleanos (“NOT”, “AND”, “OR”).

Se utilizó Mendeley como plataforma de almacenamiento de documentos y gestión bibliográfica. La búsqueda se complementó con la consulta de otros artículos relacionados con el tema y que ayudaron a comprender mejor algunos términos o partes del trabajo.

3.4. Valoración de la calidad de los estudios.

Los estudios recogidos no permitieron realizar una valoración de calidad, ya que en esta revisión solo se ha contado con un estudio clínico comparativo. El resto de los estudios fueron no comparativos (descriptivos), o bien realizados in vitro en laboratorios y para esta clase de estudios no se dispone de escalas validadas para medir la calidad del diseño.

4. RESULTADOS

Tras la realización de una primera búsqueda general, se obtuvieron un total de 1081 resultados. Para reducir este círculo tan amplio, se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión recogidos por los criterios de selección de artículos. Los filtros aplicados fueron los siguientes: artículos de lectura gratuita publicados entre 2012 y 2022 que fueran ensayos clínicos descriptivos y/o experimentales, revisiones sistemáticas y ensayos clínicos aleatorizados. Hubo que ampliar el rango de búsqueda en el tiempo para la búsqueda de algunas revisiones, ya que muchos de los artículos necesarios para completar la revisión estaban fechados en años anteriores a los incluidos en los criterios.

Tras todo ello, se redujo el número de artículos a 53, excluyendo 17 artículos duplicados o aquellos que, a pesar de tener un título con aparente relación con el tema, no contaba con los contenidos necesarios para el desarrollo de la investigación.

En este diagrama de flujo se observa de manera esquematizada todo el proceso realizado para la obtención de los 8 artículos finales utilizados para la obtención de resultados del proyecto:

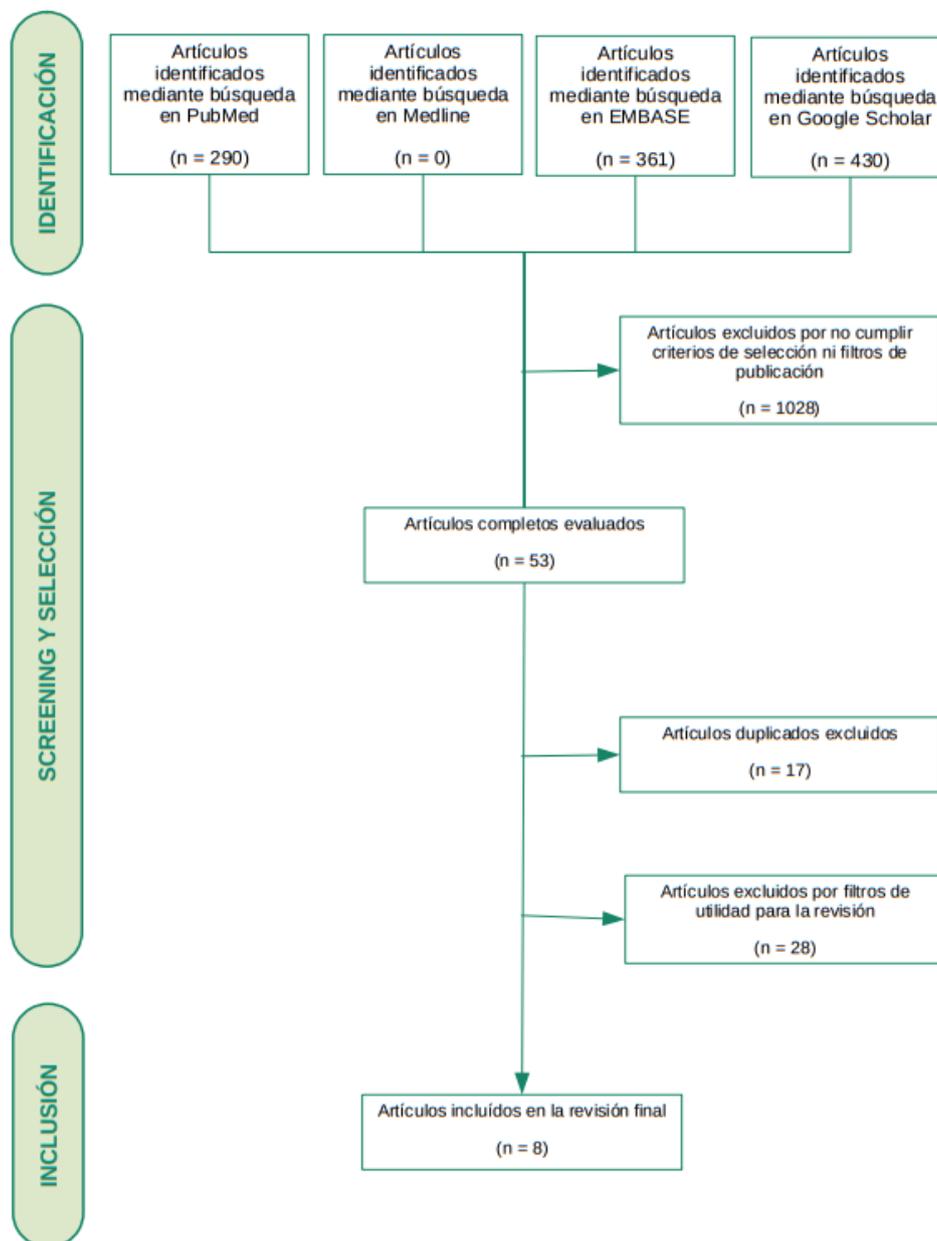


Imagen 1: Diagrama de flujo de obtención de resultados Fuente: Elaboración propia.

4.1. Estudios utilizados para la revisión.

Las MPS desempeñan un papel esencial en la inhibición de agentes patógenos. Su efectividad antimicrobiana se evalúa *in vitro*, mientras que su seguridad se evalúa *in vivo* con ensayos clínicos en pacientes que incluyen una combinación de diferentes soluciones y materiales para la lente. (Rodríguez et al., 2021)

ID ESTUDIO	TIPO DE ESTUDIO	TIPO DE MPS COMPARADAS	PATOLOGÍA TRATADA	TAMAÑO DE LA MUESTRA	RESULTADOS	CONCLUSIONES
Pinto-Fraga, 2015	Ensayo <i>in vivo</i>	MPS estudio: Avizor Alvera® MPS control: All Clean Soft®		20 pacientes portadores de LC Hi-Si de entre 20–41 años.	No hubo diferencias significantes en tinción corneal y depósitos sobre la cara anterior y posterior de LC. Los pacientes refirieron mayor confort durante el uso de MPS estudio.	Los resultados confirman la seguridad y la tolerancia fisiológica del aloe vera en la formulación de las nuevas MPS, ya que no interfiere en la capacidad de limpieza y aumenta el confort.
Donoso, 2002	Ensayo <i>in vivo</i> .	Tratamiento basado en una MPS compuesta por propamidina 0.1% y PHMB 0.02%.	Queratitis bacteriana por <i>Acanthamoeba</i> .	31 ojos con queratitis bacteriana usuarios de LC.	La infección por <i>Acanthamoeba</i> fue erradicada con la terapia bisociada en un 100% de los casos en un rango de 2 a 11 meses.	La terapia bisociada continuada por un período largo, aunque puede ser molesta y un poco tóxica, es muy efectiva para el tratamiento de la queratitis por <i>Acanthamoeba</i> .
Üstüntürk and Zeybek, 2014	Estudio <i>in vitro</i> .	Tratamiento basado en la nueva MPS OPTI-FREE PureMoist®, con un sistema de desinfección dual formado por policuaternario-1 0.001% y miristamidopropil 0.0006%.	Dos cepas de trofozoítos y quistes de <i>Acanthamoeba</i> y <i>A. castellanii</i> .	Inoculación de una cepa de <i>A. castellanii</i> en matraces con un 10% de trofozoítos o suspensiones de quistes y un 90% de MPS.	Después de 6h de desinfección se consiguió la destrucción total contra los trofozoítos de ambas cepas, pero la actividad contra los quistes no fue la deseada.	La información obtenida no fue suficiente para confirmar al 100% la eficacia de la MPS contra la <i>Acanthamoeba</i> . Es altamente efectiva contra los trofozoítos, pero contra los quistes solo adquieren una función estática de los microorganismos.

Lee, 2016	Estudio <i>in vitro</i>	<p>MPS₁: Boston Simplus (PHMB 0.0005% y gluconato de clorhexidina 0.03%).</p> <p>MPS₂: Menicare Plus ® (PHMB 0.0005%).</p> <p>MPS₃: O₂ Care ® (PHMB 0.0005%).</p>	Quistes y trofozoítos de <i>Acanthamoeba</i> .	Cepa de <i>A. castellanii</i> en tres LC RGP de fuentes comerciales. Se midió la adhesión con MPS y sin ella.	El material de la lente no influyó en la adhesión, se encontraron microorganismos en los tres tipos de LCRGP. Hubo mayor adhesión cuando no se trataban con MPS. La MPS₁ proporcionó un mayor porcentaje de desinfección que las dos restantes.	En el estudio no se adhirió ningún quiste a las RGP por lo que no pudo contabilizarse su efectividad frente a ellos, pero se pudo concluir que la efectividad de desinfección de estas MPS es baja frente a la <i>Acanthamoeba</i> .
Parra-Giraldo, 2007	Estudio <i>in vitro</i>	<p>-MPS 1: Poliaminopropil biguanida 0.0001% y poloxamina 1%.</p> <p>-MPS 2: Policuaternario-1 0.001%.</p> <p>-MPS 3: Miristamidopropil dimetilamina.</p> <p>-MPS 4: Trimetoprima 0.01 %.</p> <p>-Solución control: peróxido de hidrógeno al 3%.</p>	Cepa inoculada de <i>Aspergillus fumigatus</i> .	Inoculación de la cepa en cinco LC de diferentes materiales: Alphafilcon A, Omafilcon A, Polimacon, Balafilcon A y Lotrafilcon A.	Las tres primeras soluciones presentaron un efecto fungistático ante la cepa. La MPS 4 con trimetoprima no mostró ninguna eficacia frente al hongo. La solución control fue la única en mostrar un efecto fungicida sobre la cepa del microorganismo.	El principio activo capaz de eliminar por completo la cepa de <i>A. fumigatus</i> fue el peróxido de hidrógeno. En el resto de MPS se pudo recuperar el microorganismo, por lo que la eficacia de desinfección frente a <i>Aspergillus fumigatus</i> se consideró baja.
Noel Ayma y Villanueva de la Cruz, 2017	Estudio <i>in vitro</i>	<p>MPS 1: Multi 3 Max®</p> <p>MPS 2: Renu Fresh®.</p>	Cepa inoculada de <i>Pseudomona aeruginosa</i> .	Se inoculó la cepa y se añadió la LC dentro del cultivo parara adicionar la MPS, con una repetición de 24 inóculos para que el margen de error sea el más bajo posible.	La MPS 1 logró reducir el biofilm de <i>P. aeruginosa</i> a un 59.31% al 100% de su concentración, mientras que la MPS 2 logró reducirla hasta un 50.65%.	Las dos MPS cumplen con la inhibición del crecimiento de <i>P. aeruginosa</i> , obteniendo una mayor eficacia en la MPS 2. Aun así, las MPS no consiguieron la eliminación de la bacteria ya que apenas llegaron a reducir el crecimiento al 50% de su capacidad.

Sandoval, 2008	Estudio <i>in vitro</i>	<p>MPS₁: Renu Plus ® (PHMB).</p> <p>MPS₂: Opti Free® (Policuaternario).</p> <p>MPS₃: Multisolución ® (PHMB).</p> <p>MPS₄: Hydrosol Total ® (Trimetoprima).</p> <p>MPS₅ (control): AO-Sept plus (Peróxido de hidrógeno al 3.7%).</p>	Inóculo in vitro de <i>Fusarium sp.</i>	Dos LC Hi-Si (Balaficon A y Lotrafilcon A) y tres LCH (Alfafilcon A, Polymacon y Omaficon A), con una repetición de la prueba de 3 veces por LC.	<p>-MPS₄: fue la que mostró un menor poder de desinfección, mayor obtenida en Lotrafilcon A.</p> <p>-MPS₃: muy similar a MPS₄.</p> <p>-MPS₁: mayor desinfección en LC, especialmente en Lotrafilcon A.</p> <p>-MPS₂: consiguió eliminar el inóculo en 2 de las LC (Polymacon y Lotrafilcon A).</p> <p>-MPS₅ (control): ausencia total de crecimiento en todos los materiales.</p>	<p>La mayoría de las MPS ofrecen efectos fungistáticos a excepción de la compuesta de policuaternario, que sí consigue eliminar el inóculo en 2/5 de las LC.</p> <p>La única solución que muestra efecto fungicida en todos los materiales fue la solución control compuesta de peróxido de hidrógeno.</p>
Yasir, 2021	Estudio <i>in vitro</i>	<p>MPS₁: Biotrue (PHMB y policuaternario-1).</p> <p>MPS₂: Renu Advanced® (PHMB, policuaternario y alexidina).</p> <p>MPS₃: Acuvue RevitaLens ® (Policuaternario-1 y alexidina).</p> <p>MPS₄: Cleadow suave ® (Povidona yodada 0.05%).</p> <p>MPS₅ (control): AO-Sept plus ® (Peróxido de hidrógeno al 3%)</p>	Cepa del virus de hepatitis de ratón (VHS), muy similar al coronavirus humano (SARS-CoV-2).	Se inoculó una cepa de MHV y se añadió al cultivo una LC de etafilcon A para cuantificar el número de células virales de cada muestra tras la exposición a la MPS.	<p>Las MPS obtuvieron resultados de desinfección muy similares entre sí, que fue una cantidad muy similar a la inoculada en el control.</p> <p>Las soluciones que contenían peróxido de hidrógeno y povidona yodada demostraron ser altamente antivirales.</p>	Frente a un sustituto del SARS-CoV-2 (MHV) no se producen variaciones con las MPS, a pesar de estar compuestas por distintos principios activos. Por el contrario, las otras dos soluciones demostraron que son capaces de reducir por debajo del límite de detección el número de coronavirus.

Tabla 2: Estudios realizados para la revisión de esta investigación. Fuente: Elaboración propia.

4.1.1. Estudios realizados in vivo.

4.1.1.1. Eficacia del Aloe vera en MPS asociada al uso de LC.

El Aloe vera es bien conocido por su efecto protector contra las sustancias tóxicas en el epitelio. Se sabe que el aloe vera contiene varios ingredientes farmacológicamente

activos (Klein and Penneys, 1988) y que también tiene propiedades bactericidas y bacteriostáticas que pueden absorber radiación ultravioleta UV. Estas propiedades son ideales como componentes de una solución de limpieza y mantenimiento de LC. También es un componente añadido en diferentes fórmulas oftálmicas. (Pinto-Fraga et al., 2015)

El efecto del aloe vera en la salud ocular ha sido estudiado por sus propiedades humectantes, concluyendo que las soluciones oftálmicas que contienen aloe son adecuadas para aliviar los síntomas de ojo seco, entre otras.

Este estudio se realizó acerca de la eficacia y seguridad de la solución Avizor Alvera®, una nueva MPS desarrollada en Madrid con una formulación específica que incluye Aloe vera y protege el epitelio de la superficie ocular porque es un azúcar natural complejo que puede inactivar la acción de algunos mediadores inflamatorios bloqueando algunos receptores de queratocitos. La investigación se realizó *in vivo* con 20 sujetos de entre 21 y 40 años en lentes Hi-Si Comfilcon A con esta MPS y otra de control (All Clean Soft®) de manera aleatoria y enmascarada.

Las principales variables evaluadas fueron la tinción corneal y los depósitos sobre la LC, en una escala en grados siendo el mínimo el 0 y 4 el máximo.

Los resultados que obtuvieron los autores fueron los siguientes:

- No hubo diferencias notorias ni efectos adversos relacionados con la seguridad de MPS.

- Nadie alcanzó más de un grado 2 en tinción corneal (2% alcanzaron ese grado de tinción).

- La eficacia en la eliminación de depósitos en depósitos en la cara anterior y posterior de LC fue correcta, sin diferencias significantes.

- Aunque las diferencias no fueron significantes, los sujetos refirieron un mayor confort durante el mes de MPS de estudio.

- Se obtuvieron valores mayores de NIBUT después de los 30 días de uso.

- Todos los sujetos obtuvieron grado 0 en edema epitelial, infiltrados, regularidad endotelial, folículos e inflamación en el segmento anterior, no hubo cambios durante el estudio.

En conclusión, no hubo diferencias significativas generales entre la nueva MPS y la de control, por lo que se confirma la seguridad de la nueva MPS. Los resultados mostraron que el Aloe vera incluido en la formulación no interfiere en las capacidades de limpieza de MPS, por lo tanto, se consideró que Avizor Alvera® es segura, tiene una aceptable tolerancia fisiológica y es eficiente acorde a la guía de la Organización Internacional de Normalización (ISO). (Pinto-Fraga et al., 2015)

4.1.1.1. Eficacia de las MPS frente a queratitis bacteriana asociada al uso de LC.

La queratitis por *Acanthamoeba* es una infección grave y rara de la córnea que a menudo pone en peligro la vista a pesar de las intervenciones quirúrgicas. Debido a que la frecuencia de queratitis por *Acanthamoeba* es baja, los factores de riesgo son poco conocidos. Las LC, particularmente en el contexto de una mala higiene de los lentes, se acepta generalmente como el principal factor de riesgo de infección, aunque se desconoce el mecanismo exacto por el cual el uso de LC por sí solo aumenta el riesgo de infección.

Dicha falta de conocimiento llevó a realizar un estudio sobre la eficacia de la propamidina y el polihexametil biguanida (PHMB) en una MPS contra la queratitis por *Acanthamoeba*. (Donoso R et al., 2002)

El ensayo se realizó en 27 pacientes con queratitis bacteriana asociada al uso de LC, 4 de ellos con queratitis bilateral. El tratamiento de los 31 ojos consistió en propamidina al 0,1% y polihexametil biguanida al 0,02% y el diagnóstico se realizó mediante cultivo microbiológico especial en agar no nutritivo (79% de los casos) y en el 29% de los casos se basó en hallazgos clínicos característicos de la patología.

De los 31 ojos diagnosticados y tratados, 30 eran usuarios de lentes de contacto rígidos. Se analizaron los hallazgos clínicos, cultivos, respuesta al tratamiento, complicaciones y manejo. Al comienzo la frecuencia de instilación fue cada dos horas, y

luego se fue reduciendo de acuerdo con la respuesta clínica, manteniéndose por aproximadamente un mes después de curada la infección.

La infección fue erradicada, con la terapia biasociada, en todos los ojos (100%) en un promedio de 4,9 meses (rango de 2 a 11 meses). Los hallazgos clínicos justificaron la inmediata instauración de este tratamiento específico antiamebiano, especialmente en usuarios de lentes de contacto. La terapia biasociada con PHMB y propamidina continuada por un período largo, aunque molesta y algo tóxica, se consideró muy efectiva para el tratamiento de la queratitis por *Acanthamoeba* precoz y tardía, sin que se observe resistencia en nuestro medio.

4.1.2. Estudios realizados in vitro.

4.1.2.1. Eficacia de las MPS frente a *Acanthamoeba* asociada al uso de LCH.

Los primeros casos de infección por *Acanthamoeba* se informaron a principios de la década de 1970 pero se notificó un aumento asociado al uso de LC a partir de la década de los 80, cuando se comenzaron a popularizar las lentes de contacto. (Jones et al., 1975). Este aumento se asocia a que los factores de riesgo más importantes para la infección por este microorganismo son: el mal uso de sistemas de desinfección, soluciones salinas caseras, agua del grifo y cajas de almacenamiento de LC contaminadas. A pesar de ello, la Organización Internacional de Normalización (ISO) no requiere que las nuevas soluciones estén testadas contra la *Acanthamoeba*, ya que considera que la reducción de microorganismos en los estuches de almacenamiento de LC puede ayudar a prevenir la contaminación y el crecimiento de estas mediante la eliminación total de la fuente de reproducción de las amebas, pero cualquier quiste que se pueda quedar en el estuche puede poner al paciente en riesgo, ya que no se ha concretado que exista una dosis mínima infectiva. (Üstüntürk and Zeybek, 2014)

Existen estudios anteriores que demuestran la actividad de MPS contra las infecciones por *Acanthamoeba*. Sin embargo, la industria de LC ha evolucionado con el paso del tiempo y ha introducido nuevas tecnologías, como nuevos materiales y nuevas formulaciones en las soluciones oftálmicas, por lo que hay que probar la eficacia de las MPS recientemente desarrolladas contra *Acanthamoeba* y otros microorganismos patógenos.

Esta investigación realizada en 2014 quiso probar una MPS contra dos cepas trofozoítos y quistes de amebas: la *Acanthamoeba* y la *A. Castellanii*. (Üstüntürk and Zeybek, 2014)

La solución utilizada fue OPTI-FREE® PureMoist, compuesta por poli(oxietileno)-poli(oxibutileno) (EOBO) y un sistema de desinfección dual formado por policuaternario-1 0.001% y miristamidopropil dimetilamina 0.0006%, en un tiempo mínimo de desinfección recomendado de 6 horas. Esta nueva MPS contenía el mismo porcentaje de policuaternario-1 que las demás, pero aumentó el de miristamidopropil dimetilamina en un 0.0001%. Este pequeño cambio reflejó diferencias en la desinfección, aunque los autores refieren que pudo deberse también a variaciones metodológicas utilizadas como la cepa del organismo, la producción de quistes, la preparación del cultivo, la neutralización de la solución de prueba, la recuperación y el método de cuantificación de los organismos supervivientes.

Después de 6 horas de exposición, la MPS consiguió la destrucción total contra los trofozoítos de ambas cepas, pero la actividad contra los quistes fue limitada y el tratamiento solo consiguió una función estática. A pesar de estos resultados, la información obtenida no fue suficiente para confirmar al 100% la eficacia de las MPS contra la *Acanthamoeba*.

4.1.2.2. Eficacia de las MPS frente a la adhesión de *Acanthamoeba* asociada al uso de LCRGP.

Los trofozoítos y quistes de *Acanthamoeba* también pueden añadirse a LCRGP y tener un importante papel en la patogenia de la queratitis por *Acanthamoeba*. El tratamiento preventivo primario de esta patología es la eliminación de los trofozoítos y quistes en la LC. La técnica más efectiva es la desinfección con calor húmedo, aunque la mayoría utilizan MPS debido a su simplicidad y convivencia, pero éstas tienen una eficacia limitada. (Lee et al., 2016)

En 2016 se realizó un estudio que comparó tres LCRGP comerciales y se utilizaron para un ensayo de adhesión de una cepa de *A. castellanii*. Se utilizó esta cepa porque es el tipo más común de *Acanthamoeba* aislado en caso de almacenamiento de LC. (Lee et al., 2016)

LCRGP UTILIZADAS	MPS DESINFECTANTES
FP®	Boston Simplus®: PHMB 0.0005% y gluconate de clorhexidina 0.03%
Extra®	Menicare Plus®: PHMB 0.0005%
Menicon Z®	O ₂ Care®: PHMB 0.0005%

Tabla 3: Tamaño de la muestra del estudio de Lee, 2016. Fuente: Elaboración propia.

Se colocaron las LC en placas con 1 ml del inóculo creado a través de la cepa de *A. castellanii*, se esperó 18h y se midió el número de trofozoítos presentes en cada lente. El objetivo del ensayo fue evaluar la adhesión de *A. castellanii* con una solución control no desinfectante y con los tres tipos de MPS con distintos principios activos.

Después del tiempo de exposición, se concluyó que el material de la lente no influye en la adhesión de *A. castellanii*, ya que se encontraron en los tres tipos de RGP. La adhesión de trofozoítos en las lentes no tratadas con MPS fue mayor que en las que sí se aplicó la solución desinfectante.

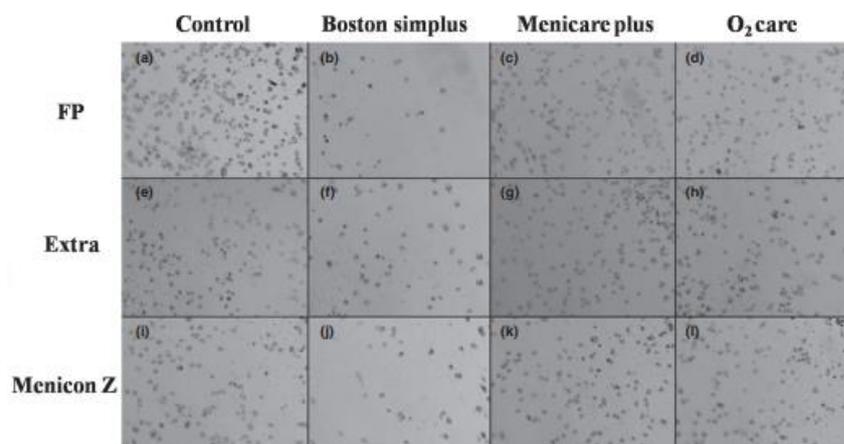


Imagen 2: Resultados de la adhesión de *A. castellanii* en las LC y la eficacia de las diferentes MPS. Fuente: (Lee et al., 2016).

En esta imagen podemos interpretar que:

- La adhesión en la LCRGP FP® fue mayor que en las otras dos.

- La desinfección de cada MPS fue similar en los tres tipos de lentes.
- La MPS Boston simplus® obtuvo mayores niveles de desinfección con respecto a las otras dos MPS.
- No se pudo cuantificar la adhesión de los quistes porque no se encontraron en ninguno de los tipos de LCRGP.

Al evaluar las lentes al microscopio, se observó que las superficies de la LC FP® eran más ásperas y menos homogéneas, lo que hace que la adhesión fuera mayor a ellas. Esto también ocurre con lentes de Hi-Si, debido a que reciben un tratamiento de superficie con plasma que ayuda a mejorar la humectabilidad pero que provoca irregulares en ambas caras, lo que ayuda a aumentar la adherencia de *Acanthamoeba*.

Finalmente, en este estudio se concluyó que la eficacia de desinfección de estas MPS y sus componentes es poco eficaz frente a las cepas de *Acanthamoeba*.

4.1.2.3. Eficacia de las MPS frente a *Aspergillus fumigatus* asociada al uso de LC.

Investigaciones frecuentes han demostrado que *A. fumigatus* produce infecciones oculares como úlceras corneales con hipopión, dacriocistitis, uveítis, endoftalmitis, panoftalmitis y desprendimiento de retina. (Parra-Giraldo et al., 2007)

En este estudio de Parra-Giraldo se expuso una cepa de *A. fumigatus* a la capacidad de desinfección de cinco MPS para establecer cuáles de los componentes eran más efectivos contra este microorganismo a la hora de garantizar la seguridad del usuario y así poder brindar una mejor calidad.

Las soluciones utilizadas fueron las siguientes:

- Solución 1: Poliaminopropil biguanida 0.0001% y poloxamina 1%
- Solución 2. Policuaternario-1 0.001%.
- Solución 3: Miristamidopropil dimetilamina.
- Solución 4: Trimetoprima 0.01%.
- Solución 5 o control: peróxido de hidrógeno al 3%.

De estas cinco soluciones, se demostró que las tres primeras presentaron efecto fungistático desde el momento que entró en contacto la solución con el microorganismo. La solución control que contenía peróxido mostró un efecto fungicida en tiempo cero, es decir, desde que entró en contacto el hongo *A. fumigatus* con la solución, eliminando al microorganismo completamente.

Se encontró que la trimetoprima es un principio activo que no tiene efecto sobre el hongo, que las soluciones que contienen policuaternario, poliaminopropil biguanida y miristamidopropil dimetilamina tienen un efecto fungistático, y que la que disminuye en un mayor número las unidades del microorganismo, llegando a eliminarlo por completo es la solución que lleva peróxido de hidrógeno.

4.1.2.4. Eficacia de las MPS frente a *Pseudomona aeruginosa* asociada al uso de LC.

Se estudió las propiedades de desinfección de las MPS frente a *P. aeruginosa* debido a la criticidad de las infecciones que provoca, siendo considerada una de las causas más comunes de infección entre portadores y usuarios de LC. (Noel Ayma and Villanueva de la Cruz, 2017).

Para ello, se evaluó la eficacia de dos MPS en una LCH durante la formación de un biofilm de *P. aeruginosa* y frente a un biofilm maduro. Las soluciones utilizadas fueron Multi 3 Max® (Johnson & Johnson) y Renu Fresh® (Bausch & Lomb) en una LCH del etafilcon A. Se sembró una cepa de *P. aeruginosa* y se procedió a su inoculación, dividiendo el cultivo en una batería de tubos con 5 mL de suspensión bacteriana con 5 mL de MPS a concentraciones de 100 y 75%, salvo en un tubo que se utilizó como tuvo control.

La eficacia de las MPS se midió en función a la reducción del biofilm de *P. aeruginosa* en la LC durante su formación, y fue la siguiente:

	100% concentración	75% concentración
Control	100	100
Multi 3 Max®	59.31	74.16
Renu Fresh®	50.65	66.73

Tabla 4: Comparación de la eficacia de las dos MPS frente a biofilm en formación.

Fuente: Elaboración propia.

Frente a un biofilm maduro solo se evaluó con el 100% de la concentración de la solución y los datos obtenidos de la concentración fueron diferentes para LCH:

	100% concentración
Control	100 %
Multi 3 Max®	66.59 %
Renu Fresh®	59.84 %

Tabla 5: Comparación de la eficacia de las dos MPS al 100% de concentración frente a un biofilm maduro. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados mostraron con las dos MPS cumplen con inhibir en crecimiento de *Pseudomona aeruginosa* en su forma de biofilm y Renu Fresh® obtuvo una eficacia mayor en ambos casos experimentados. (Noel Ayma and Villanueva de la Cruz, 2017)

Un estudio narrativo de la Facultad de Ciencias Básicas de Bogotá manifestó que la solución más eficaz contra la *P. aeruginosa* es la que contiene peróxido de hidrógeno al 3%, debido a que esta solución tiene un efecto bactericida en todos los tipos de materiales de LC. También afirman que es la solución que induce menor reacción de hipersensibilidad en la córnea y es capaz de destruir los biofilms que no han podido ser eliminados con MPS. (Cantor, 2009)

4.1.2.5. Eficacia de las MPS frente a *Fusarium sp.* asociada al uso de LC.

La infección por la especie *Fusarium* se puede producir tras la colonización de LC. Dada la protección que da el epitelio corneal cuando se encuentra intacto, las infecciones fúngicas se asocian a exposiciones tras algún trauma o perforación en dicho epitelio. Entre los factores de riesgo más destacables se encuentra la presencia de patologías previas en la córnea, los traumatismos y los tratamientos tópicos con corticoides o antibióticos. (Alfonso Sandoval, 2008)

La queratitis por *Fusarium* presenta síntomas como visión borrosa, irritación ocular e hiperemia, sensibilidad a la luz o lagrimeo excesivo.

Son muy pocos los estudios realizados sobre la capacidad de germinación de *Fusarium sp.* en los diferentes materiales de LC y la acción de las diferentes soluciones

desinfectantes que actualmente se encuentran en el mercado. Este artículo de la Universidad de Bogotá puso a prueba cinco MPS frente a una solución control cuyo componente activo es el peróxido de hidrógeno en cinco LC diferentes: dos de Hi-Si y tres LCH.

LCRGP UTILIZADAS	MPS DESINFECTANTES
Balafilcon A (Hi-Si)	Renu Plus®: PHMB
Lotrafilcon A (Hi-Si)	Opti-Free®: Policuaternario
Alfafilcon A (LCH)	Multisolución®: PHMB
Polymacon (LCH)	Hydrosol Total®: Trimetoprima
Omafilcon A (LCH)	AO-Sept Plus®: Peróxido de hidrógeno al 3%

Tabla 6: Tamaño de la muestra del estudio de Alfonso Sandoval, 2008. Fuente: Elaboración propia.

-La solución Hydrosol Total® fue la que mostró un menor poder de desinfección, obteniendo una mayor en lotrafilcon A.

-La solución Multisolución® obtuvo valores muy similares a los anteriores, pero aportó una desinfección levemente mayor.

-En la solución Renu Plus® se empezaron a ver valores más destacables de desinfección en las LC, especialmente en lotrafilcon A.

-En la solución Opti-Free® se consiguió eliminar el inóculo en dos de las lentes: polymacon y lotrafilcon A.

-La solución control AO-Sept Plus® fue la única en la que se encontró una ausencia total del crecimiento de la cepa de *Fusarium sp.* en todos los materiales de LC.

Los resultados obtenidos fueron similares a los obtenidos en otras especies de hongos: las MPS ofrecen efectos fungistáticos, pero no elimina la cepa por completo mientras que la solución con peróxido de hidrógeno sí ofreció un efecto fungicida que eliminó la presencia de la cepa inoculada de *Fusarium sp.* tras el tiempo de desinfección recomendado (4-6 horas). También se pudo comprobar que el material que más ayuda a la desinfección de microorganismos es la LC Hi-Si de lotrafilcon A.

4.1.2.6. Eficacia de las MPS frente al nuevo Coronavirus humano (SARS-CoV-2).

La pandemia causada por la enfermedad COVID-19 ha afectado a la vida, la sociedad y, sobre todo, a la salud de la población mundial. Esta enfermedad está causada por un nuevo coronavirus llamado Coronavirus-2 del Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS-CoV-2).

Durante este período, se consideró que una de las entradas de este nuevo coronavirus fue la vía ocular, ya que los informes reportaban ojos rojos y doloridos unos días antes del desarrollo de los síntomas del COVID-19, aunque los signos oculares son relativamente inusuales durante la enfermedad. Se asumió que las personas portadoras de LC tienen un mayor riesgo de desarrollar este coronavirus, ya que estos usuarios suelen tener más contacto con la vía ocular. (Yasir et al., 2021)

El Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades afirma en este artículo que los sistemas de desinfección cuyo principio activo es el peróxido de hidrógeno son efectivos contra el COVID-19. (Sistemas y soluciones para el cuidado de lentes de contacto | Lentes de contacto | CDC, n.d.)

Aunque no se han encontrado muchos estudios sobre la eficacia de desinfección de las MPS actuales sobre SARS-Cov-2, el objetivo de este artículo de Yasir et al. fue evaluarlas en comparación con un sistema de desinfección basado en peróxido de hidrógeno. El virus que se utilizó fue el virus de hepatitis de ratón (MHV), muy similar al coronavirus humano y las soluciones oftálmicas desinfectantes aplicadas sobre una LC de etafilcon A fueron las siguientes:

SOLUCIÓN OFTÁLMICA	PRINCIPIO ACTIVO
Biotrue® (Bausch & Lomb)	PHMB y policuaternario-1
Renu Advanced® (Bausch & Lomb)	PHMB, policuaternario-1 y alexidina
Acuvue RevitaLens® (Johnson and Johnson)	Policuaternario-1 y alexidine
Cleadow suave® (Ophtecs)	Povidona yodada 0.05%
AOSept Plus® (Alcon)	Peróxido de hidrógeno 3%

Tabla 7: Soluciones oftálmicas desinfectantes empleadas en el estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Después del tratamiento y la exposición recomendada por cada fabricante se evaluó que las MPS contenían una cantidad de virus muy similar a la inoculada en el

control. Sin embargo, aquellas que contenían peróxido de hidrógeno y povidona yodada eran altamente antivirales. En el caso de las dos últimas soluciones nombradas, ambas redujeron por debajo del límite de detección el número de coronavirus tras el tiempo de desinfección del fabricante.

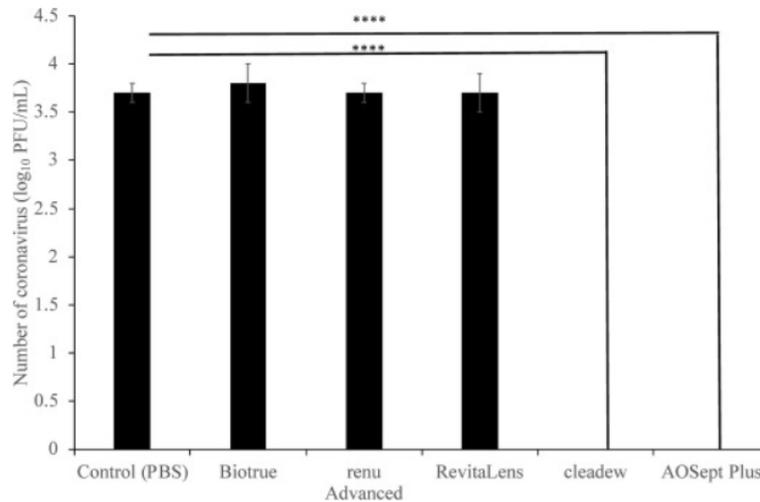


Imagen 3: Reducción en el número de unidades formadoras de placas del coronavirus (MHV) por varias soluciones desinfectantes de LC. Fuente: (Yasir et al., 2021).

La conclusión alcanzada en este estudio es que frente a un sustituto del coronavirus SARS-CoV-2 (MHV) no se producen variaciones cuando se agregan soluciones MPS, aunque contengan diferentes mezclas y concentraciones de los distintos principios activos que estas contienen. Por el contrario, las soluciones desinfectantes de LC que contienen peróxido de hidrógeno o povidona yodada pueden reducir el número de unidades formadoras de placas de este virus por debajo del límite de detección.

5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en las revisiones estudiadas llevan a pensar que, a pesar de su frecuente uso en usuarios de lentes de contacto, las MPS no están suficientemente evaluadas por estudios realizados en seres humanos.

Centrándonos en los artículos estudiados podemos afirmar que el Aloe vera es un componente activo que ayuda al cuidado y confort de los usuarios de LC. Las MPS son eficaces en el mantenimiento y limpieza de las lentes, aunque la parte desinfectante

muestra más inconvenientes en algunos microorganismos:

La *Acanthamoeba* es uno de los patógenos más frecuentes y dañinos en cuanto a infecciones oculares asociados al uso de LC. Sin embargo, los estudios no confirman al 100% la eficacia de las MPS contra ellos, pero aquellas con el componente policuaternario refieren una mayor actividad biocida.

Las MPS frente a hongos como el *Aspergillus fumigatus* ofrece una acción fungistática: impide que el crecimiento, pero las LC quedan contaminadas por el microorganismo. El único proceso capaz de eliminar al hongo de las superficies de las lentes es el peróxido de hidrógeno.

Lo mismo ocurre con las especies de *Fusarium*, las MPS no son capaces de eliminar las cepas de los estudios, por lo que deducimos que tampoco será capaz de hacerlo en una LC infectada en un ojo *in vivo*.

En los estudios frente a *Pseudomona aeruginosa*, las MPS cumplieron con la inhibición en crecimiento de los biofilm que se formaron, pero no alcanzaron más de una reducción cercana al 50% de la cepa. El peróxido de hidrógeno, por otro lado, si es capaz de destruir los biofilm que no han podido ser eliminados por las MPS e inducen menos reacción de hipersensibilidad en la córnea.

En último lugar, aunque los estudios contra la enfermedad COVID-19 hayan sido realizados con sustitutos al coronavirus SARS-CoV-2, los resultados de las MPS frente a el MHV fueron bajos con respecto a la eficacia de la eliminación de los microorganismos. Por el contrario, las soluciones que contenían povidona yodada y peróxido si consiguieron eliminar las cepas por completo.

La falta de estudios de desinfección sobre pacientes *in vivo* puede deberse a la complejidad del estudio de infecciones oculares en sistemas oculares por la puesta en riesgo de los pacientes que esto implica. Aún así, es una limitación que hemos encontrado en esta revisión, ya que los resultados de eficacia en un estudio *in vitro* pueden variar al realizarse en condiciones reales sobre individuos, lo que hace que la fiabilidad disminuya.

A pesar de haber revisiones sistemáticas de estudios con inóculos *in vitro* de

algunas de los microorganismos más frecuentes en infecciones oculares, da lugar a pensar que las afecciones por infecciones son demasiado poco frecuentes como para ocupar las soluciones de mantenimiento diario en ellas. Se suele buscar otro método para resolverla como fármacos o geles tópicos o colirios específicos que eliminen los microorganismos patógenos.

En las revisiones sistemáticas se demostró que para la mayoría de los microorganismos las soluciones que ofrecían la máxima eficacia de eliminación eran las que componían peróxido de hidrógeno o povidona yodada. Podría ser recomendable que personas con déficit inmunitario o con propensión a infecciones oculares utilizaran dichas soluciones en su día a día.

6. CONCLUSIONES

1. Las soluciones MPS simples tienen efectos estáticos frente a la mayoría de los microorganismos, frenando su reproducción, pero no logran su eliminación.
2. Las soluciones con peróxido de hidrógeno son más eficaces para la desinfección total frente a microorganismos.
3. Existen escasas evidencias científicas que evalúen la eficacia y seguridad de las soluciones MPS en seres humanos.

7. REFERENCIAS DE LOS ARTÍCULOS REVISADOS

Alfonso Sandoval AM. ESTUDIO IN VITRO DE LA CAPACIDAD DE GERMINACIÓN DE *Fusarium* sp 2008.

Lee GH, Yu HS, Lee JE. Effects of multipurpose solutions on the adhesion of *Acanthamoeba* to rigid gas permeable contact lenses. *Ophthalmic Physiol Opt* 2016;36:93–9. <https://doi.org/10.1111/OPO.12277>.

Noel Ayma MÁ, Villanueva de la Cruz GA. Eficacia de dos soluciones multipropósito frente a biofilms de *Pseudomonas aeruginosa* inducidos in vitro en lentes de contacto blandos. Repos Tesis - UNMSM 2017.

Parra-Giraldo C, Cárdenas-Álvarez MX, Bossa-Flórez T, Mayorga-Corredor M. Estudio in vitro de la capacidad de germinación de *Aspergillus fumigatus* en los materiales de lentes de contacto blandos y eficacia de las soluciones multipropósito contra este microorganismo. *Universitas Scientiarum* [Internet]. 2007;12(III):67–77.

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. *J Optom* 2015;8:40–7. <https://doi.org/10.1016/J.OPTOM.2014.07.004>.

Rodríguez MF, Jiménez IA, Martín LV, Ballesteros F. Biocompatibilidad con la superficie ocular y actividad antimicrobiana de una nueva solución multipropósito para lentes de contacto. *Ciencias La Salud*, ISSN 1692-7273, Vol 19, N° 1, 2021 (Ejemplar Dedicado 19(1)) 2021;19:8. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.10178>.

Üstüntürk M, Zeybek Z. Amoebicidal efficacy of a novel multi-purpose disinfecting solution: First findings. *Exp Parasitol* 2014;145:S93–7. <https://doi.org/10.1016/J.EXPPARA.2014.05.011>.

Yasir M, Kumar Vijay A, Willcox M. Antiviral effect of multipurpose contact lens disinfecting solutions against coronavirus. *Cont Lens Anterior Eye* 2021. <https://doi.org/10.1016/J.CLAE.2021.101513>.

8. BIBLIOGRAFÍA GENERAL

Alfonso Sandoval AM. ESTUDIO IN VITRO DE LA CAPACIDAD DE GERMINACIÓN DE *Fusarium* sp 2008.

Cantor L. Queratitis bacteriana por *Pseudomonas aeruginosa* asociada al uso de lentes de contacto 2009:37.

Childs A, Li H, Lewittes DM, Dong B, Liu W, Shu X, et al. Fabricating customized hydrogel contact lens. *Sci Reports* 2016 6:1 2016;6:1–9. <https://doi.org/10.1038/srep34905>.

Donoso R R, Mura C JJ, López M M. Queratitis por acantoamoeba tratadas con propamidina y polihexametil biguanida (PHMB). *Rev Med Chil* 2002;130.

<https://doi.org/10.4067/S0034-98872002000400006>.

Ferreiro AVS, Guerra Calleja G, Camiña M, Camiña C, Núñez N, Muñoz LM, et al. Evolución histórica de las lentes de contacto. *Arch Soc Esp Oftalmol* 2012;87:265–6. <https://doi.org/10.1016/J.OFTAL.2012.04.009>.

Jones DB, Visvesvara GS, Robinson NM. Acanthamoeba polyphaga keratitis and Acanthamoeba uveitis associated with fatal meningoencephalitis. *Trans Ophthalmol Soc U K* 1975;95:221–32.

Kilvington S, Huang L, Kao E, Powell CH. Development of a new contact lens multipurpose solution: Comparative analysis of microbiological, biological and clinical performance. *J Optom* 2010;3:134–42. [https://doi.org/10.1016/S1888-4296\(10\)70019-4](https://doi.org/10.1016/S1888-4296(10)70019-4).

Klein AD, Penneys NS. Aloe vera. *J Am Acad Dermatol* 1988;18:714–20. [https://doi.org/10.1016/S0190-9622\(88\)70095-X](https://doi.org/10.1016/S0190-9622(88)70095-X).

Leal F, Lipener C, Chalita MR, Uras R, Campos M, Höfling-Lima AL. [Hybrid material contact lens in keratoconus and myopic astigmatism patients]. *Arq Bras Oftalmol* 2007;70:247–54. <https://doi.org/10.1590/S0004-27492007000200012>.

Lee GH, Yu HS, Lee JE. Effects of multipurpose solutions on the adhesion of Acanthamoeba to rigid gas permeable contact lenses. *Ophthalmic Physiol Opt* 2016;36:93–9. <https://doi.org/10.1111/OPO.12277>.

Lentes de contacto permeables al gas (RPG o PG) | All About Vision. n.d. <https://www.allaboutvision.com/es/lentes-de-contacto/permeables-al-gas.htm> (accessed May 17, 2022).

Lievens CW, Hakim N, Chinn A. The effect of multipurpose solutions on the ocular surface. *Eye Contact Lens* 2006;32:8–11. <https://doi.org/10.1097/01.ICL.0000165684.93704.EE>.

Noel Ayma MÁ, Villanueva de la Cruz GA. Eficacia de dos soluciones multipropósito frente a biofilms de Pseudomonas aeruginosa inducidos in vitro en lentes de contacto blandos. Repos Tesis - UNMSM 2017.

Parra-Giraldo C, Cárdenas-Álvarez MX, Bossa-Flórez T, Mayorga-Corredor M. MATERIALES DE LENTES DE CONTACTO BLANDOS Y EFICACIA DE LAS SOLUCIONES

MULTIPROPÓSITO CONTRA ESTE MICROORGANISMO IN VITRO STUDY OF GERMINATION CAPACITY OF *Aspergillus fumigatus* IN SOFT CONTACT LENSES MATERIALS AND EFFECTIVENESS OF MULTIPURPOSE SOLUTIONS AGAINST THIS MICROORGANISM 2007;12:67–77.

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. *J Optom* 2015;8:40–7. <https://doi.org/10.1016/J.OPTOM.2014.07.004>.

Rodríguez MF, Jiménez IA, Martín LV, Ballesteros F. Biocompatibilidad con la superficie ocular y actividad antimicrobiana de una nueva solución multipropósito para lentes de contacto. *Ciencias La Salud*, ISSN 1692-7273, Vol 19, N° 1, 2021 (Ejemplar Dedicado 19(1)) 2021;19:8. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.10178>.

Sistemas y soluciones para el cuidado de lentes de contacto | Lentes de contacto | CDC. n.d. <https://www.cdc.gov/contactlenses/care-systems.html> (accessed June 1, 2022).

Üstüntürk M, Zeybek Z. Amoebicidal efficacy of a novel multi-purpose disinfecting solution: First findings. *Exp Parasitol* 2014;145:S93–7. <https://doi.org/10.1016/J.EXPPARA.2014.05.011>.

Yasir M, Kumar Vijay A, Willcox M. Antiviral effect of multipurpose contact lens disinfecting solutions against coronavirus. *Cont Lens Anterior Eye* 2021. <https://doi.org/10.1016/J.CLAE.2021.101513>.