

**ESTUDIO IN VITRO PARA DETERMINAR LA AFINIDAD DE
Staphylococcus epidermidis CON MATERIALES DE
LENTES DE CONTACTO BLANDOS Y EVALUACIÓN
DE LA ACCIÓN ANTIMICROBIANA DE
SOLUCIONES DE MANTENIMIENTO**

INVESTIGADORES

DIRECTOR

Miriam Teresa Mayorga Corredor. Optómetra

CODIRECTOR

Melva Linares. Bacterióloga

PRESENTADO POR:

**ANDREA ACERO MONTAÑA
CLAUDIA MARCELA VARGAS**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS
BACTERIOLOGIA
BOGOTÁ
Junio - 2008**

**ESTUDIO IN VITRO PARA DETERMINAR LA AFINIDAD DE
Staphylococcus epidermidis CON MATERIALES DE
LENTES DE CONTACTO BLANDOS Y EVALUACIÓN
DE LA ACCIÓN ANTIMICROBIANA DE
SOLUCIONES DE MANTENIMIENTO**

PRESENTADO POR:

**ANDREA ACERO MONTAÑA
CLAUDIA MARCELA VARGAS**

TRABAJO DE GRADO

**Presentado como requisito parcial
Para optar el título de**

BACTERIOLOGA

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS
BACTERIOLOGIA
BOGOTÁ**

Junio – 2008

NOTA DE ADVERTENCIA

Artículo 23 de la Resolución N° 13 de Julio de 1946

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Solo velará por que no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y por que las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”.

**ESTUDIO IN VITRO PARA DETERMINAR LA AFINIDAD DE
Staphylococcus epidermidis CON MATERIALES DE
LENTES DE CONTACTO BLANDOS Y EVALUACIÓN
DE LA ACCIÓN ANTIMICROBIANA DE
SOLUCIONES DE MANTENIMIENTO**

**ANDREA ACERO MONTAÑA
CLAUDIA MARCELA VARGAS**

APROBADO

Myriam Teresa Mayorga, Esp.

Optómetra

Directora

Melva Yomary Linares, Esp.

Bacterióloga

Codirectora

Didier Fernández

Bacteriólogo

Jurado

Luis Enrique Ayala

Optómetra

Jurado

**ESTUDIO IN VITRO PARA DETERMINAR LA AFINIDAD DE
Staphylococcus epidermidis CON MATERIALES DE
LENTES DE CONTACTO BLANDOS Y EVALUACIÓN
DE LA ACCIÓN ANTIMICROBIANA DE
SOLUCIONES DE MANTENIMIENTO**

**ANDREA ACERO MONTAÑA
CLAUDIA MARCELA VARGAS**

APROBADO

Ingrid Schuler Ph.d.,
Decana Académica
Facultad de Ciencias

Luz Amparo Maldonado S.M.E.e.,
Directora
Carrera de Bacteriología

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todas aquellas personas que apoyaron el desarrollo de esta investigación, la cual es la que nos llevara a finalizar nuestros estudios de pregrado y dar un paso a la vida profesional.

A todos nuestros familiares por el gran apoyo moral y económico que nos brindaron durante el desarrollo de este importante proyecto de nuestra vida.

A mi directora Miriam Teresa Mayorga, docente de la Facultad de Optometría de la Universidad de la Salle, por hacernos partícipes de esta investigación y colaborarnos en todos los campos, tanto científicos con sus conocimientos, como con su disposición y colaboración para que todo se realizara de forma optima

A mi codirectora Melva Linares, docente de la Pontificia Universidad Javeriana, por proporcionarnos la colaboración en todos los problemas que se nos presentaron en el desarrollo del trabajo, resolviéndonos dudas y apoyo científico, basándose en sus conocimientos como Bacterióloga.

A Claudia Marcela Parra, quien fue inicialmente nuestra directora y la cual nos brindo la confianza para pertenecer a su grupo de investigación.

Al Departamento de Investigaciones Optométricas de la Universidad de la Salle por el apoyo financiero.

A la Pontificia Universidad Javeriana, por dejar a disposición de este proyecto la planta física y los equipos que fueron necesarios para la investigación.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. MARCO TEORICO	4
2.1 GENERALIDADES	4
2.2 ESTAFILOCOCOS	5
2.2.1 Estafilococo Coagulasa Negativa.	10
2.2.2 Infecciones causada por Esatfilococos coagulasa negativa.	11
2.2.3 Producción del limo.	13
2.3 <i>Staphylococcus epidermidis</i>	14
2.4 INFECCIONES OCULARES	16
2.5 LENTES DE CONTACTO	18
2.5.1 Materiales de lentes de contacto.	19
2.5.2 Propiedades de los lentes de contacto.	22
2.5.3 Tipos de lentes de contacto.	25
2.6 MANTENIMIENTO DE LAS LENTES DE CONTACTO	30
2.6.1 Mantenimiento de lentes de contacto blandas.	33
2.6.2 Mantenimiento de las lentes de contacto rígidas.	35
2.6.3 Problemas del mantenimiento.	37
2.7 DEPÓSITOS EN LAS LENTES DE CONTACTO	46
2.7.1 Clasificación de los depósitos	47
2.7.2 Métodos de estudio.	47
3. EPIDEMIOLOGIA	54
3.1 Factores de riesgo de infección	54
3.2 Complicaciones infecciosas por el uso de lentes	55
3.2.1 Agentes causales involucrados	57
3.2.2 Espectro microbiológico en Colombia	59
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	61

5. JUSTIFICACION	63
6. OBJETIVOS	64
6.1. OBJETIVO GENERAL	64
6.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	64
7. MATERIALES Y METODOS	65
7.1 MATERIALES	65
7.1.1 Lentes de Contacto.	65
7.1.2 Soluciones de mantenimiento.	66
7.2 MÉTODOS	67
7.2.1 Estandarización del inóculo.	67
7.2.2 Evaluación de la capacidad proliferativa de <i>S. epidermidis</i> sobre diferentes materiales de lentes de contacto.	68
7.2.3 Evaluación del efecto antimicrobiano de las soluciones de mantenimiento sobre <i>S. epidermidis</i> .	70
7.2.4 Determinación de la eficacia antimicrobiana de las soluciones de mantenimiento sobre lentes de contacto blandos contaminados con <i>S. epidermidis</i> .	71
8. DISEÑO EXPERIMENTAL	74
9. RESULTADOS	77
10. DISCUSION	84
11. CONCLUSIONES	95
12. RECOMENDACIONES	97
BIBLIOGRAFIA	98
ANEXOS	102

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Identificación del genero Estafilococo	8
Tabla 2. Pruebas de identificación de <i>Staphylococcus epidermidis</i>	15
Tabla 3. Riesgo de desarrollar queratitis microbiana según el tipo de lente y su modalidad de uso.	18
Tabla 4. Diferencias de lentes de contacto rígidos y blandos.	21
Tabla 5. Clasificación de lentes de contacto blandas según la FDA.	30
Tabla 6. Eficacia del peróxido de hidrogeno al 3%	37
Tabla 7. Clasificación de los depósitos	47
Tabla 8. Factores de riesgo para queratitis bacteriana en usuarios de lentes de contacto blandas.	56
Tabla 9. Microorganismos involucrados en Queratitis Microbiana	58
Tabla 10. Microorganismos totales según su disposición en grupo	58
Tabla 11. Lentes de contacto utilizados en la investigación.	59
Tabla 12. Informe de gram pacientes con Queratitis Bacteriana HUV enero-junio 2002	60
Tabla 13. Informe cultivos pacientes con queratitis Bacteriana HUV enero-junio 2002	66
Tabla 14. Soluciones de mantenimiento para las lentes de contacto.	66
Tabla 15. Evaluación de la proliferación de <i>S. epidermidis</i> en diferentes materiales de contacto.	78
Tabla 16. Porcentaje de eliminación de las soluciones multiuso, cuyo efecto ocurre a las 6 H.	80
Tabla 17. Porcentaje de eliminación de las soluciones multiuso, cuyo efecto ocurre a las 4 H.	80
Tabla 18. Evaluación de la eficacia de desinfección de la solución B en diferentes materiales de lentes de contacto infectados con <i>S. epidermidis</i> .	82

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. <i>S. epidermidis</i> (cocos gram positivos)	14
Figura 2. Crecimiento de <i>S. epidermidis</i> en agar sangre.	14
Figura 3. Parte activa de una molécula del polímero Dymed.	32
Figura 4. Evaluación de la capacidad próliferativa de <i>Staphylococcus epidermidis</i> en lentes de contacto de diferentes materiales, (Balafilcon A, Lotrafilcon A, Alphafilcon A, Omafilcon A y Polimacon).	74
Figura 5. Evaluación del efecto antimicrobiano de las soluciones de mantenimiento sobre <i>Staphylococcus epidermidis</i>	75
Figura 6. Evaluación de la efectividad de las soluciones en lentes infectados.	76
Figura 7. Evaluación de la proliferación de <i>S. epidermidis</i> en diferentes materiales de contacto.	78
Figura 8. Crecimiento de <i>S. epidermidis</i> en las suspensiones de los materiales de los lentes de contacto.	79
Figura 9. Evaluación de la solución de mantenimiento con componente Trimetropin.	81
Figura 10. Evaluación de la eficacia de desinfección de la solución con trimetropin en diferentes materiales de lentes de contacto infectados con <i>S. epidermidis</i> .	83

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Información comercial de los lentes de la investigación	103
Anexo 2. Información comercial de las soluciones de mantenimiento de la investigación.	106

RESUMEN

En la actualidad el uso de lentes de contacto medicado y cosmético ha aumentado considerablemente. Los lentes de contacto no solo nos ofrecen comodidad visual si no una mejor apariencia, pero a pesar de esta comodidad los lentes pueden llegar a infectarse con diferentes microorganismos, lo cual nos debe llevar a realizar un constante mantenimiento y desinfección. El *Staphylococcus epidermidis* es un microorganismo que esta constantemente implicado en infecciones relacionadas con cuerpos extraños al organismo humano, un ejemplo es la queratitis por lentes de contacto contaminados. En este estudio se busco determinar la afinidad de *S. epidermidis* de proliferar en cinco diferentes materiales de lentes: tres de hidrogel (Alfafilcón A, Omafilcón A, Polymacón) y dos de hidrogel silicona (Balafilcón A y Lotrafilcon A). Se determino que el microorganismo puede proliferar en los cinco materiales. Además de lo anterior también se evaluó la acción antimicrobiana de cinco soluciones multiuso, que difieren en su componente antimicrobiano. Todas las soluciones mostraron un efecto bactericida a excepción de la solución que contiene trimetropim que mostró un efecto bacteriostático ante la bacteria. En cuanto a la capacidad de las soluciones de desinfectar los lentes de contacto infectados con *S. epidermidis*, todas las soluciones fueron efectivas en un 100% a excepción de la solución con trimetropim que no alcanzo el 100% esperado.

ABSTRACT

Nowadays, the use of medical and cosmetic contact lenses has had a considerable increase. Contact lenses not only offer visual comfort but a better look; however, lenses can get infected by microorganisms which implies a constant maintenance and disinfection. *Staphylococcus epidermidis* is a microorganism constantly involved with strange bodies infections related to the human body, such as the keratitis by contaminated lenses. The goal of this research was defining the affinity of *S. epidermidis* to proliferate in five different lens materials: three of hidrogel (Alfafilc3n A, Omafilc3n A, Polymac3n) and two of silicon hidrogel (Balafilc3n A y Lotrafilcon A). It was determined that it could proliferate in those five materials. It was also evaluated the antimicrobial action of five multiuse solutions with different antimicrobial component. All solutions showed a bactericide effect for the bacterium. All solutions proved a 100% effectiveness considering their capacity to disinfect contaminated lenses with *S. epidermidis*, excepting the trimetropin solution that couldn't reach the expect 100% effect.

1. INTRODUCCION

Adolf Fick describió por primera vez los lentes de contacto de vidrio en 1888, desde entonces los adelantos en la tecnología de los lentes de contacto originaron variedades de estos, que se dividen en dos: lentes rígidos y blandos. (Daniel G. Vaughan, Taylor Asbury, Paúl Riurdan 2000).

Los **lentes rígidos** están hechos de polimetilmetacrilato (PMMA). Son impermeables al oxígeno y por lo tanto dependen del bombeo de lágrimas al interior del espacio entre el lente y la cornea durante el parpadeo, para proporcionar respiración a la cornea. Estos lentes, que siempre son para uso diurno son fáciles de cuidar, son poco costosos en relación con otros y corrigen de modo eficiente la visión, en particular cuando hay astigmatismo. Lamentablemente muchas personas no pueden tolerarlos. El edema corneal a causa de la hipoxia de la cornea y la turbidez de la lente es la afección que más se presenta. Los lentes duros permeables al gas están hechos con butirato de acetato de celulosa combinado con polimetilmetacrilato, tienen la ventaja de su alta permeabilidad al oxígeno, lo que mejora el metabolismo corneal y da mayor comodidad.

Los **lentes blandos** están hechos de hidrogel, basados en metacrilato de hidroximetilo (HEMA), resultan más cómodos que los rígidos, son flexibles y se acomodan a la superficie de la cornea. La permeabilidad al oxígeno y los valores de contenido de agua varían entre distintos tipos de hidrogel. Son más difíciles de cuidar y más costosos que los lentes rígidos. Las complicaciones son mucho más frecuentes e incluyen queratitis ulcerosa, reacciones corneales inmunitarias a depósitos, reacciones a las soluciones de lavado de los lentes, edema y vascularización corneal; los lentes de contacto desechables han sido diseñados para eliminarse diariamente o a veces, después de su uso extendido por una semana. Eliminan la necesidad

de las soluciones para lentes de contacto y reducen teóricamente el riesgo de queratitis ulcerosa al minimizar la adherencia bacteriana a la superficie de la lente. Pecen ser seguros pero su uso continuo podría conllevar a una queratitis ulcerosa. (Daniel G. Vaughan, Taylor Asbury, Paúl Riurdan 2000).

Las infecciones corneales por microorganismo es una de las mayores complicaciones de los lentes de contacto. *Pseudomonas spp* y *Staphylococcus spp.* son los microorganismos más comúnmente hallados en infecciones corneales por el uso constante de lentes de contacto. (Dixon JM, Young CA Jr, et. al, 1966).

Los Estafilococos, son patógenos reales o potenciales, siendo habitantes permanentes de la piel y muchas mucosas, incluso la conjuntiva. Pueden invadir cualquier estructura corporal y se incluyen entre los microorganismos involucrados en infecciones oculares. Las infecciones estafilócocicas habitualmente son esporádicas, no epidémicas y su cronicidad presenta un difícil problema para el tratamiento, dado que es un habitante permanente de la piel y mucosas.

Antes se consideraba que el *Staphylococcus aureus* era la única especie patógena de este género, pero se ha demostrado que el *Staphylococcus epidermidis* puede causar infecciones serias. En 1976, Foster informó una amplia serie de endoftalmitis posquirúrgicas con un alto porcentaje de recuperación de *S. epidermidis*. (Biantovskaya, Helena; Stenson, Susan, 1987).

Aproximadamente 70 millones de personas en el mundo no lavan los lentes de contacto luego de uso extendido o no realizan bien el procedimiento de limpieza y desinfección lo cual conduce a infecciones microbianas como la queratitis, lo que convierte a la queratitis microbiana en un problema de salud pública. Estos problemas presentados por el continuo uso de los lentes de

contacto fueron publicados en la *New England Journal of Medicine* en el año de 1989. (Schein OD, et al, 1989).

En general se cree que todos los sistemas comercializados de desinfección de lentes de contacto proporcionan una eficacia antimicrobiana adecuada durante el almacenamiento de la lente, teniendo en cuenta que la persona siga todas las instrucciones adecuadas para el uso de estas soluciones; pero esto en algunos casos puede cambiar debido a que las soluciones utilizadas para la desinfección de los lentes no son iguales y tienen componentes diferentes, lo cual hace que algunas sean mejores que otras y la tendencia de la población en general no es comprar las soluciones de mejor calidad, sino las que ofrecen un mejor precio en el comercio.

Se ha demostrado que el uso de lentes de contacto puede alterar la flora de ciertos grupos de usuarios, como los que usan sistemas de desinfección química, los pacientes ancianos con lentes y los que han interrumpido el uso de lentes. Sin embargo los estudios microbiológicos en los ojos de usuarios de lentes de contacto, sugieren que existe poca relación entre los tipos de bacterias que contaminan los estuches y los líquidos de mantenimiento de las lentes y la flora ocular de los pacientes. Para que se presente una infección ocular, la lente debe alterar de alguna forma los mecanismos defensivos de la córnea.

En el mundo se han realizado diversos estudios en los cuales se llega a la conclusión que el alto índice de infecciones oculares externas son producidas por malos hábitos de uso y limpieza tanto de las soluciones multiusos como de los lentes de contacto (LC), es por esto que se ha querido realizar una investigación en la cual se evaluará la capacidad de *Staphylococcus epidermidis* para colonizar 5 diferentes materiales de lentes de contacto y evaluar la actividad antimicrobiana de 5 soluciones de mantenimiento de lentes de contacto.

2. MARCO TEORICO

2.1 GENERALIDADES

Los cocos Gram positivos fueron descritos por primera vez en 1878 por el científico alemán Robert Koch, quien reconoció que distintas enfermedades eran producidas por microorganismos con diferentes patrones de crecimiento en parejas, cadenas o racimos. (Zinsser; 1996)

Las bacterias Gram positivas poseen varias características que ayudan a diferenciarlas de los microorganismos Gram negativos, por ejemplo, en el elevado contenido de glucopéptidos y el bajo contenido lipídico de sus paredes celulares, lo cual les permite que retengan el colorante de cristal violeta de la tinción de Gram, debido a que los alcoholes y otros solventes orgánicos no penetran en las paredes deficientes en lípidos.

Los cocos Gram positivos son células esféricas con un tamaño entre 0.5 a 1.8 μm de diámetro. Son inmóviles y poseen un metabolismo respiratorio o fermentativo, produciendo ácido a partir de la glucosa, sin producción de gas.

Las bacterias Gram positivas son en general más resistentes a los efectos de la desecación, el calor y la luz solar, así como a la acción de sustancias químicas. Se encuentran ampliamente distribuidas en la naturaleza, sus hábitat naturales están en la piel, mucosas del hombre y de los animales.

La respuesta del organismo a una infección por cocos Gram positivos resulta por lo general de la acumulación de pus (compuesto por neutrófilos, células bacterianas vivas o muertas) en el sitio de la infección, de aquí el nombre de reacción piógena. Los coco Gram positivos se clasifican en *Staphylococcus*

spp. y *Streptococcus spp.* de acuerdo a si poseen o no la enzima catalasa. (Brooks, Geo; Butel, Janet; Morse, Stephen 2005)

2.2 ESTAFILOCOCOS

En 1883, Ogston introdujo el nombre de *Staphylococcus* (del griego *staphylé*: racimo) para el grupo de micrococos que causaban inflamación y supuración en el tejido de personas infectadas. En 1884, Rosembach usó el término en un sentido taxonómico y proporcionó la primera descripción del género *Staphylococcus* basándose en la pigmentación de las colonias.

Los miembros del genero *Staphylococcus* son cocos Gram positivos cuyo tamaño varía entre 0.5-1.5 μm de diámetro y crecen bien en medios no selectivos (agar sangre o agar TSA); las colonias son circulares, de bordes enteros, opacas y pueden ser blancas, amarillas o anaranjadas. Muchas cepas producen hemólisis en agar sangre; estos microorganismos generalmente se disponen como cocos individuales, en pares, tétradas, cadenas cortas y la tradicional disposición en "racimo de uvas". Los Estafilococos son inmóviles, no forman esporas y usualmente son catalasa positiva; normalmente no están encapsulados o tienen una formación limitada de cápsula. La mayoría de las especies son anaerobios facultativos, a excepción de *S. saccharolyticus* y *S. aureus*. La pared celular posee peptidoglicano y acido teicoico; el contenido de G+C del DNA, la hibridación ADN-ADN, la inmunológica comparativa de catalasas y de las enzimas fructosa-1.6-bifosfato aldosas han indicado que el género Estafilococo forma un grupo bien definido a nivel genético.

El género Estafilococo está compuesto por 27 especies, de las cuales 12 colonizan al hombre; tres de ellas, *S. aureus*, ***S. epidermidis*** y *S. saprophyticus* son las más importantes desde el punto de vista médico.

Los Estafilococos son ubicuos en la naturaleza, y aunque son responsables de muchas enfermedades humanas a menudo severas, están presentes en la flora bacteriana normal de la piel y nasofaringe humanas. Hay formas potencialmente patógenas (*S. aureus*) que se alojan en nariz, piel y otras mucosas en 20-40% de todos los individuos en ausencia de enfermedad evidente; también se encuentran en membranas mucosas de mamíferos y pájaros. (Mattar Velilla, Salim. 2003)

Características del cultivo: Los Estafilococos crecen con facilidad sobre casi todos los medios bacteriológicos (agar sangre o agar Tripticasa Soya), aunque lo hacen mejor en los medios enriquecidos, en condiciones aeróbicas o microaerófilas. Crecen con mayor rapidez a 37°C, pero el pigmento se forma mejor a temperatura ambiente (20 a 25 °C).

Una particularidad de los miembros de este género es que crecen en un medio con una concentración de NaCl que no soportan el resto de los microorganismos (bacterias Halófilas). Esto permite la creación de medios de cultivo casi específicos para los Estafilococos.

Las colonias son visibles fácilmente, sobre todo en agar sangre, con forma redonda y aplanada, bordes netos, superficie lisa y brillante, consistencia variable, sin olor y en algunas ocasiones, hemolíticas. Algunas cepas pueden producir un pigmento carotenoide que les da una coloración amarillenta (*S. aureus*). La producción de este pigmento es mucho más evidente en agar chocolate a temperatura ambiente. En caso de partir de una muestra con flora polimicrobiana, será conveniente utilizar medios diferenciales o inhibidores que nos permitan evitar el crecimiento de aquellos microorganismos no deseados.

Entre los medios más específicos para su recuperación tenemos el medio de **Chapman**, que posee manitol y una alta concentración de NaCl. El NaCl impide el crecimiento de otros microorganismos, y el manitol, al ser metabolizado por el microorganismo, proporciona un pH ácido al medio que provoca el cambio de color del indicador rojo de fenol, haciendo que las colonias tengan un color amarillo sobre un fondo rosado.

En el medio de **Baird-Parker** permite el crecimiento de estafilococos y otros gérmenes Gram positivos.

El **agar sangre con inhibidores (ANC)** también se utiliza para la recuperación de este microorganismo apareciendo las colonias de la misma manera que lo hacen en agar sangre.

En **CLED** las colonias aparecen con una coloración amarillenta no debida a la pigmentación, sino a la fermentación de la lactosa que lleva incorporada el medio y al cambio del indicador del medio.

Pruebas para identificación del género Estafilococo: Además de la tinción de Gram, que debe mostrar un frotis con cocos Gram positivos, arracimados, existen otras pruebas que permiten identificar correctamente a los miembros de este género. Las pruebas más importantes son:

Catalasa: Los Estafilococos producen catalasa, que convierte el peróxido de hidrogeno en agua y oxígeno. Se utiliza para diferenciar un frotis en el que se observan cocos Gram positivos, arracimados, de los estreptococos, que morfológica y tintorialmente pueden parecer similares, pero que son catalasa negativos.

Coagulasa: La coagulasa una enzima que se une con la protrombina; juntas se vuelven activas desde el punto de vista enzimático e inician la polimerización de fibrina. La coagulasa puede depositar fibrina sobre la superficie de los Estafilococos, alterando su ingestión por células fagocíticas o su destrucción dentro de dichas células. El plasma se mezcla con un volumen igual de caldo de cultivo o colonias en crecimiento sobre agar y se incuba a 37 °C. Si se forma coagulo de 1 a 4h la prueba es positiva. Los Estafilococos coagulasa positiva se consideran patogénicos para el hombre, pero en algunos casos los coagulasa negativa del grupo *S. epidermidis* pueden infectar las prótesis.

Pruebas de susceptibilidad: Se deben hacer pruebas de susceptibilidad por microdilución en caldo o por difusión en disco a los Estafilococos aislados de infecciones clínicas. Se hace susceptibilidad a la penicilina G, oxacilina y meticilina.

Lisostafina: Enzima que causa daño en la pared del *Staphylococcus*, generando un poro en ella. En presencia de lisostafina, una suspensión (turbia) de estafilococos acabara lisándose y por lo tanto perderá esa turbidez inicial.

Tabla 1. Identificación del genero Estafilococo

PRUEBA	RESULTADO
Catalasa	Positiva
Oxidasa modificada	Negativa
Fermentación de glucosa	Positiva
Voges Proskauer	Positivo
Lisozima	Resistente
Sensibilidad a bacitracina	Resistente
Sensibilidad a Nitrofurantoina	Sensible
Arginina descarboxilasa	Positiva
Crecimiento anaerobio	Negativo

Enfermedades producidas por los Estafilococos: Los Estafilococos en particular *S. epidermidis* son parte de la flora bacteriana normal de piel, mucosas y tracto respiratorio superior. De 20 a 50% de los humanos albergan *S. aureus* en la nariz. Los Estafilococos también se encuentran regularmente en las vestimentas y en la ropa de cama, así como en otros fómites en el entorno del humano. Sin embargo en determinadas ocasiones son capaces de lesionar gravemente al huésped dando lugar a diversos cuadros infecciosos, entre los cuales se destacan:

Absceso cutáneo: foco localizado de infección en la piel.

Bacteriemia: paso del germen a la sangre a partir de un foco endémico.

Endocarditis: infección de válvulas cardíacas.

Osteomielitis: infección del hueso.

Síndrome de piel escaldada

Infecciones urinarias

Conjuntivitis

Síndrome del shock tóxico.

Neumonía

Susceptibilidad antimicrobiana de los *Estafilococos*: En general, los estafilococos son microorganismos bastante sensibles a la mayoría de los antimicrobianos tradicionales. Sin embargo la aparición de resistencia ante un antibiótico parece extenderse a todos los demás, resultando algunas cepas resistentes a la mayoría de los antimicrobianos utilizados. La presencia de una enzima B-lactamasa (codificada y transmitida mediante plásmidos), condiciona la resistencia de estos microorganismos a todos los antibióticos beta lactámicos.

La aparición de penicilinas que resistían la acción de las beta-lactamasas, como oxacilina o meticilina, pareció solucionar el grave problema que representa la inutilidad terapéutica de la penicilina G.

En la actualidad se utilizan sustancias no antibióticas que se unen irreversiblemente a las beta lactamasas impidiendo su acción posterior. Son el ácido clavulónico, el sulbactam, etc.

2.2.1 Estafilococo Coagulasa Negativa. Desde 1958, Smith y colaboradores notaron el potencial patógeno de los *Staphylococcus* coagulasa negativa a partir de datos obtenidos de pacientes con septicemia. Antes de la década de los años 1970, los médicos y los microbiólogos consideraban generalmente a los coagulasa negativa como contaminantes y al *S. aureus* como el único patógeno de las especies de Estafilococo. Los estafilococos coagulasa negativa están entre las bacterias más frecuentemente aisladas en el laboratorio de microbiología clínica. Uno de los problemas de mayor controversia es la diferenciación entre un microorganismo clínicamente significativo de uno contaminante. La gran mayoría de las infecciones ocasionadas por este tipo de microorganismos son consecuencia de hospitalización y son los patógenos más reportados en bacteriemias nosocomiales. La importancia de los coagulasa negativa se debe también a su papel como patógeno oportunista y al incremento en el uso de implementos médicos como catéteres intravasculares en pacientes inmunocomprometidos. Los coagulasa negativa son el mayor componente de la flora normal del ecosistema cutáneo, incluyendo la piel y las membranas mucosas; el ecosistema cutáneo tiene una relación benigna con el huésped; sin embargo, si este sistema ha sido lesionado, se presenta una agresión del microorganismo al huésped y dependiendo de su habilidad para alterar el sistema interno y del grado de la respuesta inmune causará o no enfermedad.

Existen 30 especies reconocidas como estafilococos coagulasa negativa; cerca de la mitad de ellos son propios de los humanos e incluyen: **S. epidermidis**, *S. saprophyticus*, *S. hominis*, *S. haemolyticus*, *S. simulans*, *S. cohnii*, *S. xylosum*, *S. capitis*, *S. warneri*, *S. auricularis*, *S. caprae*, *S. lugdunensis*, *S. schleiferi*, *S. saccharolyticus*.

Para que el microorganismo se pueda mantener adherido a superficies extrañas al cuerpo humano como (catéteres, prótesis, lentes, etc.), produce un lipopolisacárido extracelular que es de naturaleza viscosa y se denomina *biofilm* o *limo* el cual recubre la bacteria y la protege contra agentes antimicrobianos y mecanismos de defensa del huésped. La resistencia de muchos Estafilococos coagulasa negativa a múltiples agentes antimicrobianos es una razón que contribuye a su presencia en el organismo.

La presencia de Estafilococo coagulasa negativa en un hemocultivo dificulta la interpretación, debido a que, en la mayoría de los casos, la presencia de este tipo de microorganismos se atribuye a contaminación cutánea, aunque puede indicar infección cuando el paciente es portador de dispositivos protésicos implantados, o cuando sus mecanismos inmunes se encuentran comprometidos.

La probabilidad aumenta si las cepas aisladas corresponden a **S. epidermidis** productor de *limo*, aunque *S. hominis*, *S. haemolyticus*, *S. simulans* son responsables del 5 al 20% de las infecciones por Estafilococo coagulasa negativa.

2.2.2 Infecciones causada por Estafilococo coagulasa negativa. Los estafilococos coagulasa negativa son la principal causa de infecciones ocasionadas por la introducción de objetos extraños en el organismo: catéteres intravasculares, catéteres para diálisis peritoneal, válvulas protésicas cardíacas, prótesis, lentes de contacto, entre otras. Existen por lo

menos 13 cepas de *Estafilococo coagulasa* negativa en humanos, algunas de las cuales son claramente patógenas. (Zinsser; 1996)

La infección por estos microorganismos ocurre varios días o semanas después de una cirugía o cateterización o simplemente al utilizar un lente de contacto, y en la mayoría de estos casos la introducción del agente etiológico toma lugar durante la cirugía o inserción del catéter o durante una bacteriemia de otro origen.

El proceso de infección esta precedido por la adhesión de la bacteria al biomaterial; las cepas de ***S. epidermidis*** con una alta hidrofobicidad se adhieren más fuertemente a los polímeros. Si el microorganismo logra adherirse y colonizar la superficie de la lente de contacto, esta se convierte en un vector de contaminación ocular cuando se transfiere desde el ojo hasta el medio de almacenamiento o a la inversa. La fuerza con la que se adhieren los microorganismos a la superficie de la lente depende del material de la misma y de si la lente se lleva puesta o no. En el caso de que las lentes no estén puestas, su ionicidad, hidrofobia y contenido acuoso son los principales determinantes de la adherencia. Los microorganismos se adhieren a las lentes puestas según el tipo de depósitos que existan sobre ellas; la creencia de que los microbios se adhieren más a las lentes puestas no siempre es correcta. Por ejemplo, las lentes iónicas de hidratación media tienen tendencia a acumular depósitos de proteínas cargadas, como la lisozima. Paradójicamente, la lisozima actúa como un agente antibacteriano natural del ojo; si la lisozima no se desnaturaliza en la superficie de la lente, puede retener su capacidad antibacteriana e impedir así la adhesión de bacterias vivas. (Vaughan, 2000)

La adhesión específica de ***S. epidermidis*** a las superficies de catéteres puede ser mediada por una adhesina capsular que es un polisacárido, que

consiste en un polímero de galactosa arabinosa. La adhesión *in vivo* es probablemente una situación muy compleja, ya que en ella interfieren las células de los tejidos y los líquidos corporales, los cuales quizás influyen en la adherencia. El segundo paso en la infección involucra la producción del *limo*. (Mattar Velilla, Salim, 2003)

2.2.3 Producción del limo. Este lipopolisacarido es producido por algunas cepas de estafilococos coagulasa-negativa y facilita la adherencia de estos microorganismos a los catéteres y materiales sintéticos. Esta sustancia también interfiere en la respuesta inmune celular, ya que inhibe la quimiotaxis y la fagocitosis de los polimorfonucleares. El factor *limo* está relacionado con los mecanismos de adherencia de los coagulasa negativa y específicamente del ***S. epidermidis*** a biomateriales. La adhesina producida por el ***S. epidermidis*** parece radicar en sus residuos de ácido lipoteicoico, y el único receptor claramente involucrado es la glucoproteína fibronectina. Una vez unidos los residuos de ácido lipoteicoico con fibronectina, el microorganismo produce *limo*, material que consolida la adherencia de materia definitiva. Las bacterias quedan sumergidas en el interior del mismo y constituyen microcolonias, organizadas en una capa que las protege de la acción de los antimicrobianos y de los mecanismos defensivos del hospedero.

El *limo* extracelular producido por ***S. epidermidis*** se asocia con la habilidad de la bacteria para establecer un foco de infección a partir de cuerpos extraños para el organismo; esto quizás se deba a la propiedad adhesiva protectora que le confiere el *limo* al ***S. epidermidis***. Al parecer el *limo* interfiere solo con la función del sistema inmune celular; se compromete la respuesta linfoproliferativa de linfocitos T y B, lo cual eventualmente destruye las células afectadas, así como la formación de anticuerpos y la mayoría de las funciones bactericidas y fagocíticas de los polimorfonucleares humanos

(adherencia, quimiotaxis, opsonización, quimioluminiscencia e ingestión).
(Mattar Velilla, Salim, 2003)

2.3 *Staphylococcus epidermidis*

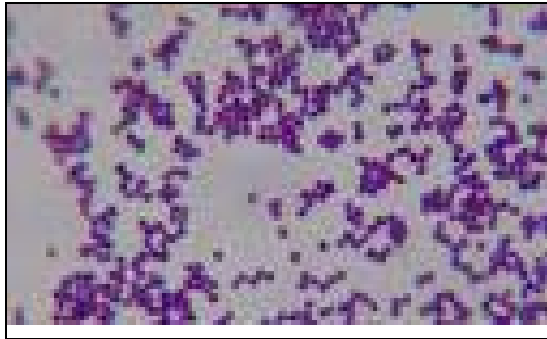


Figura 1. *S. epidermidis* (cocos gram positivos)

www.opt.pacificu.edu/.../13036-AS/Fig%201.jpg

Identificación: *S. epidermidis* produce de manera característica colonias blancas en agar sangre y miden de 1 a 2 mm de diámetro. Puede ser distinguido de otros *Staphylococcus* por sus propiedades bioquímicas.



Figura 2. Crecimiento de *S. epidermidis* en agar sangre.

http://www.bakteriologieatlas.de/Bakterien/Staphylococcus_epidermidis.htm

Tabla 2. Pruebas de identificación de *Staphylococcus epidermidis*

PRUEBA	RESULTADO
Coagulasa	Negativo
Novobiocina	Sensible
Trehalosamanitol	Negativo
Manitol	Negativo
Fosfatasa	Positivo
Aureasa	Negativo
B-galactosidasa	Negativo

Epidemiología: el *S. epidermidis* parece ser específico de huésped para los seres humanos. Todos los humanos portan al microorganismo como parte de la flora normal de la piel. Los sitios más frecuentes incluyen axilas, cabeza, brazos y piernas.

Patogenia: en el huésped normal es un microorganismo de baja virulencia, pero cuando las defensas están debilitadas puede causar infecciones serias. Como ya lo habíamos mencionado *S. epidermidis* tiene predilección por los cuerpos extraños. Estos cuerpos extraños son susceptibles a la contaminación bacteriana. El glicocalix que aglutina a los microorganismos no solo facilita su adherencia a superficies lisas, sino que también contribuye a su patogenia al protegerlos de los antibióticos y de las defensas naturales del huésped.

Estudios relacionados con la patogenia de las infecciones sobre material protésico causadas por *S. epidermidis* demuestran que se desarrollan en dos fases: en la primera, tiene lugar la adherencia de los microorganismos a la superficie del polímero de la prótesis, mediante interacciones hidrofóbicas, proteínas (SSP-1, SSP-2, Bhp) y polisacáridos (PS/A) de la pared celular bacteriana. Posteriormente, los estafilococos proliferan y sus factores de

virulencia interaccionan con la matriz proteica formada a partir de componentes titulares y séricos del hospedador (fibrinógeno, factor de Von Willebrand, etc) que envuelve al cuerpo extraño. Esta película biológica generada sobre las superficies plásticas actúa como una barrera mecánica que protege a los microorganismos de la acción de los antibióticos y de los mecanismos de defensa del hospedador. Para que la infección pueda ser tratada es importante que el material contaminado con el microorganismo sea retirado.

Tratamiento: la múltiple resistencia a los antibióticos, que incluye resistencia a la meticilina, es un rasgo habitual de las cepas de ***S. epidermidis*** que producen enfermedad. No existe un patrón único de resistencia a los antimicrobianos, esto no solo complica la terapéutica sino que además provee un reservorio de resistencia antimicrobiana para ***S. aureus***. La elección del tratamiento debe basarse en el antibiograma. (Zinsser; 1996).

Un tratamiento importante para las infecciones estafilocócicas oculares es la higiene local del ojo, puede ser notablemente efectiva sin ningún otro tratamiento en la enfermedad estafilocócica crónica.

2.4 INFECCIONES OCULARES

Los Estafilococos son una de las causas más comunes, así como la más estudiada en las infecciones oculares, se consideraban como inocuos saprófitos conjuntivales. ***S. epidermidis*** está presente en las márgenes palpebrales y con mucha frecuencia en el saco conjuntival.

Las infecciones oculares en muchos casos son causadas por microorganismos, los cuales pueden generar problemas graves, entre estas infecciones se encuentran:

Queratitis: Es una enfermedad progresiva que puede destruir la córnea; constituye la complicación más grave del porte de lentes de contacto. Se han presentado casos reportados de queratitis microbiana en los cuales el porte continuo de lentes produjo ceguera. Se define como una inflamación del tejido corneal por infección directa de un agente microbiano como bacterias, virus, hongos o protozoos. Puede presentarse síntomas como sensación de cuerpos extraños en el ojo y necesidad de retirar la lente; otros síntomas asociados son: dolor, enrojecimiento ocular, edema palpebral, lagrimeo, fotofobia, secreción y pérdida de visión. La queratitis bacteriana puede tener una evolución temporal fulminante; la úlcera focal inicial puede progresar a un infiltrado circular o arremolinado de color blanco lechoso y el empeoramiento de esta enfermedad puede generar la formación de úlcera cremosa y purulenta, turbidez de la cámara anterior e iritis. (Biantovskaya, Helena; Stenson, Susan, 1987).

El porte de lentes de contacto es un factor de riesgo para la queratitis en general. Las estimaciones del número de casos de queratitis microbiana inducida por lentes de contacto que se presenta en consultas hospitalarias varían entre el 12% y el 50% de todos los casos de queratitis. Estudios realizados determinaron que la incidencia de queratitis era de 4,1 casos cada 10.000 pacientes por año de uso de lentes de hidrogel diarias y de 20,9 casos cada 10.000 pacientes por año de uso prolongado de lentes de hidrogel. Según los estudios mencionados anteriormente se encontró que el uso de lentes de hidrogel silicona se asocia a una menor incidencia de queratitis microbiana. (Efron, Nathan. 2004)

Tabla 3. Riesgo de desarrollar queratitis microbiana según el tipo de lente y su modalidad de uso.

LENTE	RIESGO RELATIVO
Hidrogel convencionales en uso diario	1,1
Hidrogel convencionales en uso prolongado	2,6
Hidrogel desechables en uso diario	4,1
Hidrogel desechables en uso prolongado	8,1

Valor de referencia que se asignó arbitrariamente: riesgo de 1
(Efron, Nathan. 2004)

Conjuntivitis: En adultos habitualmente es crónica la cual algunas veces pasa inadvertida, especialmente cuando es leve, pero cuando se produce una cronicidad es muy problemática, ya que es de larga duración y recurrente; en estos casos deben considerarse factores diferentes a los estafilococos como los son: sequedad de la conjuntiva, uso de lentes de contacto, maquillaje, alteraciones metabólicas y otros. La conjuntivitis aguda tiene un aspecto bastante típico, predominantemente se ve afectada la conjuntiva palpebral inferior; la secreción puede ser escasa o abundante; la condición es aguda al comienzo y si no se trata apropiadamente, puede cronificarse con facilidad y las complicaciones de la córnea son frecuentes. (Biantovskaya, Helena; Stenson, Susan, 1987).

2.5 LENTES DE CONTACTO

Son pequeñas lentes de material plástico que se colocan sobre la película lagrimal que cubre a la cornea. En términos generales, la visión obtenida con una lente de contacto es superior a la obtenida con anteojos. Las lentes de contacto son duras y blandas y cada una tiene sus propias aplicaciones y

limitaciones. Puede utilizarse en cualquier edad; sin embargo, su uso se ve restringido en los niños pequeños.

La tecnología moderna ha resuelto muchos de los problemas relacionados con los materiales de fabricación de las lentes de contacto. Prácticamente cualquier anomalía refractiva se puede compensar en la actualidad con los materiales disponibles. Sin embargo, hay que tener en cuenta que cada material es óptimo para un determinado defecto visual y Optómetra es el profesional encargado de aconsejarnos sobre el más adecuado en cada caso en particular.

Es interesante constatar la alta especialización que se está imponiendo hoy día en la industria de las lentes de contacto para lograr ofrecer las mejores soluciones a cada tipo de problema de refracción.

En los inicios, sólo existían dos tipos de lentes: las duras y las blandas. Las primeras disponibles desde los años cuarenta, se fabrican con polimetilmetacrilato (PMMA), y las segundas, con hidroxietilmetacrilato (HEMA).

En la actualidad, el PMMA se puede combinar con copolímeros de silicona y otros compuestos parecidos, a fin de obtener una mayor permeabilidad al oxígeno, permitiendo un mejor metabolismo corneal y por tanto una mayor comodidad y mayor tiempo de uso. En el caso de las lentes blandas, esta transmisibilidad del oxígeno a la córnea también se consigue combinando el HEMA con otros polímeros.

2.5.1 Materiales de lentes de contacto. Los polímeros para la fabricación de las lentes de contacto (LC), son macromoléculas en cadena cuyos eslabones son los monómeros unidos entre sí en el proceso de la

polimerización. Los polímeros en las LC, tanto en las blandas hidrófilas como en las duras consisten en cadenas poliméricas de enlaces carbónicos de las que penden diversos radicales, predominando los radicales hidrófilos en las lentes hidrogel y los radicales hidrófobos en las lentes rígidas. En contraste, las lentes de silicona, de uso poco corriente actualmente, son materiales flexibles y elásticos, que consisten en cadenas poliméricas formadas por enlaces alternantes de oxígeno y silicio, de las cuales penden radicales hidrófobos. Las propiedades fisicoquímicas y fisiológicas de las LC dependen de la composición de la cadena polimérica y de los radicales que contienen.

Diferentes clases de polímeros difieren en su estructura química. Los homopolímeros se obtienen uniendo entre sí las moléculas de un sólo monómero, mientras que los copolímeros se obtienen polimerizando las moléculas de dos a más monómeros. En los copolímeros los monómeros pueden alternarse individualmente o en bloques de tamaño preciso o variable. La mayoría de las LC están hechas de polímeros o copolímeros derivados de dos o más monómeros que están distribuidos en el polímero resultante sin un orden determinado. La distribución de los monómeros en el polímero, así como el tamaño de las cadenas que lo forman, determina las propiedades del material. Así por ejemplo, hay varios tipos de LC hidrogel hechos con los mismos monómeros, metacrilato de metilo y vinil pirrolidona. Estas lentes pueden diferir en sus propiedades debido a que la proporción de los dos monómeros es diferente. No obstante, aun cuando la proporción de los monómeros es la misma, si su distribución es fundamentalmente diferente debido al método de polimerización usado, los materiales tendrán diferentes propiedades.

Las LC se identifican con varios nombres: un nombre propio, el nombre legalmente registrado, un nombre genérico atribuido al material de construcción de la lente por «United States Adopted Names» (USAN, United

States Pharmacopeial Convention, Inc., Rockville, MD) y el nombre químico del polímero usado para la fabricación de la lente. Por ejemplo, todas las lentes con nombre genérico polymacon, que están hechas del mismo polímero, metacrilato de hidroxietilo, y se conocen también como lentes HEMA, PHEMA o poliHEMA y por sus nombres comerciales como, por ejemplo, Soflens, Optima38 y SeeQuence, (Bausch&Lomb), Hydron (American Hydron) y CooperThin (CooperVision Inc), entre otras muchas. La fórmula I representa dos cadenas de PHEMA unidas por un puente de enlace de dimetacrilato de etilenglicol (DMAEG). Este hidrogel con 38% agua que fue utilizado en las LC blandas originales desarrolladas según la invención de Wichterle y Lim.

Las LC pueden denominarse de uso diario, continuado, desechable y terapéutica, aunque el material de construcción de la lente sea el mismo.

Tabla 4. Diferencias de lentes de contacto rígidos y blandos.

LENTE DE CONTACTO RÍGIDOS Y PERMEABLES A LOS GASES	LENTE DE CONTACTO BLANDOS		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fabricados entre los años 30 y a finales de los 70. ➤ Originalmente solo estaban compuestos de polimetilmetacrilato (PMMA). ➤ Poseen unas propiedades ópticas excelentes, son fáciles de limpiar y necesitan de un cuidado mínimo. ➤ El PMMA no poseen buena permeabilidad al oxígeno, lo cual reduce la tolerabilidad de los lentes. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Empezaron a fabricarse hasta la década de los 60. ➤ Su principal componente es el hidroxietilmetacrilato (HEMA). ➤ Su % de agua oscila entre 38 y 85%. ➤ Si su porción de agua es elevada, hace que su permeabilidad al oxígeno aumente. ➤ La unión de HEMA con otros materiales, ayuda a que la concentración de agua aumente. <table border="1" data-bbox="781 1608 1369 1724" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Lentes de contacto blandos convencionales</td> <td style="padding: 5px;">Lentes de contacto desechables</td> </tr> </table>	Lentes de contacto blandos convencionales	Lentes de contacto desechables
Lentes de contacto blandos convencionales	Lentes de contacto desechables		

LENTE DE CONTACTO RÍGIDOS Y PERMEABLES A LOS GASES	LENTE DE CONTACTO BLANDOS	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ La adición de silicona o fluor permite incrementar la permeabilidad al oxígeno, así surgieron los lentes de contacto permeables a los gases y flexibles a la vez. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ reemplazarse al cabo de un año o un año y medio. ➤ Se deben realizar los procedimientos adecuados para el buen mantenimiento de las lentes. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilización aproximada de 4 semanas, aunque algunas deben ser reemplazarse en periodos de 14 días hasta los 3 o 6 meses. ➤ Requieren los mismos cuidados que los blandos convencionales.

2.5.2 Propiedades de los lentes de contacto. Lentes de contacto deben presentar diferentes propiedades para ofrecer un mejor confort al paciente, estas propiedades son:

Humectabilidad. Las LC se toleran cuando hay mayor secreción lagrimal. La humectabilidad de una lente depende no solamente de la estructura química de la lente sino también de la calidad y cantidad de lágrima y del parpadeo del portador de la lente. La humectabilidad se define por el ángulo de contacto de una gota de agua depositada sobre el material, que es el ángulo formado entre la tangente de la gota de agua y la superficie del material. Un material se dice que es más hidrófilo cuando el ángulo de contacto se aproxima a cero grados. Por el contrario, un ángulo de contacto de más de 60° es indicativo de baja humectabilidad.

Permeabilidad de las lentes al oxígeno. Para mantener la córnea fisiológicamente sana, una lente de contacto no debe interferir con la respiración de la córnea. La córnea con el ojo abierto recibe oxígeno del aire y con él cerrado lo recibe de la vascularización palpebral. El anhídrido

carbónico, producido por la respiración de las células del epitelio y la parte anterior de la córnea, es descargado al aire. Debido a que la permeabilidad de las LC al anhídrido carbónico es siempre mayor que su permeabilidad al oxígeno, las LC han sido caracterizadas casi exclusivamente por su permeabilidad al oxígeno, ignorándose, en general, su permeabilidad al anhídrido carbónico.

Índice de refracción. Las LC se caracterizan también por su índice de refracción (n_D) que es constante para la longitud de onda (D , $\lambda = 589 \text{ nm}$) y la temperatura dadas. Si la temperatura no está especificada, el índice de refracción se determina a temperatura ambiente, normalmente alrededor de 20°C . En las lentes hidrogel, el índice de refracción está directamente relacionado con su hidratación y suele ser usado para determinar la hidratación de estas lentes. Aunque el procedimiento gravimétrico es más exacto que el índice de refracción en la determinación de la hidratación de las lentes hidrogel, aquel es más elaborado porque requiere medir con exactitud los pesos de la lente en sus estados hidratado y seco.

Densidad. La densidad es la relación entre la masa y el volumen de un material y se expresa generalmente en las unidades g/cm^3 . La gravedad específica de un material tiene el mismo valor numérico que la densidad pero no tiene unidades. La gravedad específica es la relación entre las masas de un material y la masa de igual volumen de agua a 4°C u otra temperatura especificada. La densidad, o la gravedad específica, de las LC sirven también, para identificar los materiales de construcción de las lentes.

La densidad es especialmente útil para la identificación de las lentes rígidas. Para este fin se usa el Principio de Arquímedes, introduciendo la lente en

una serie de soluciones acuosas de densidades conocidas. Cuando la lente no se hunde ni flota en una de las soluciones, sus densidades son iguales.

Estabilidad térmica. Esta propiedad, que dependen de la naturaleza química del polímero, es importante en relación a la estabilidad de las LC a las temperaturas necesarias para su esterilización térmica. Aunque prácticamente todas las LC actuales están fabricadas de polímeros termoestables, sólo las lentes hidrogel deben esterilizarse térmicamente porque el calor puede deformar las lentes rígidas al relajar las fuerzas internas atrapadas en estos materiales durante la polimerización.

Solidez. Esta propiedad se refiere a la integridad de la lente durante su manipulación. Por ejemplo, la relativa fragilidad de las lentes hidrogel de alta hidratación y la propensión de algunas de las lentes rígidas a los roces.

Flexión. Las lentes hidrogel son blandas y flexibles, lo que contribuye a la rápida acomodación del paciente al uso de estas lentes, sin afectar las propiedades ópticas de las lentes. Esto es debido a que las lentes hidrogel se adecuan a la curvatura ocular, se mueven poco en el ojo y no se arrugan con el parpadeo. Por el contrario, flexión es una propiedad que puede afectar negativamente el uso de las lentes rígidas, para su mejor tolerancia, deben deslizarse sobre la córnea con el parpadeo. Cuando una lente se dobla al cerrarse los párpados y no recupera su forma instantáneamente al abrirlos, la imagen óptica se deteriora. Por lo general, las lentes rígidas permeables a los gases, debido a su contenido en radicales siloxano, son más flexibles que las lentes rígidas de PMMA. La flexión de las lentes rígidas permeables a los gases puede corregirse con lentes más gruesas, pero mientras que el aumento del espesor puede mejorar la flexión de la lente, se empeora su transmisibilidad a los gases.

2.5.3 Tipos de lentes de contacto.

Rígidas. También llamadas lentes "duras", fueron las primeras que aparecieron en el mercado. Estas lentes están fabricadas con un material muy transparente y resistente pero presenta un gran inconveniente y es que dicho material no es poroso, por lo que no deja que el oxígeno pase a través de él. Por este motivo, actualmente no se suele elegir este tipo de lentes y han sido sustituidas por lentes permeables a los gases. Hoy en día, solamente se adaptan lentes rígidas en los casos de reposiciones de lentes en personas que las llevan hace mucho tiempo y siguen manteniendo buena visión y comodidad.

Ventajas:

- + Producen una calidad de visión muy buena y corrigen el astigmatismo de la córnea (a no ser que éste sea muy elevado).
- + No tienen tendencia a acumular suciedad ni a contaminarse, por lo que su limpieza es sencilla.
- + Son las más duraderas y las que resultan más económicas.

Desventajas:

- + Debido a que estas lentes no dejan pasar el oxígeno a través de ellas, la córnea sólo puede obtenerlo a partir de la capa de lágrima que existe entre la lente y la córnea.
- + Estas lentes pueden saltar del ojo fácilmente al realizar algún parpadeo brusco, por lo que no son aconsejables para practicar deporte.
- + Requieren un periodo de adaptación más largo que las lentes blandas, pues al principio estas lentes resultan muy molestas

Lentes permeables a los gases (semirrígidas). Su apariencia es similar a una lente rígida aunque, como su nombre indica, se trata de lentes porosas. Dejan pasar el oxígeno al ojo, en mayor o menor medida, dependiendo de la

permeabilidad del material. Actualmente, existen materiales con una permeabilidad tan alta que la córnea recibe un aporte de oxígeno similar al que recibiría sin llevar lente de contacto.

Ventajas:

- + Su alta permeabilidad.
- + Pueden llevar incorporado filtro de protección ultravioleta.
- + Proporcionan una alta calidad de visión y también corrigen el astigmatismo bajo o moderado.
- + Son recomendables para personas con problemas en la cantidad o la calidad de su lágrima, ya que estas lentes, al contrario que las blandas, no necesitan mantenerse hidratadas.
- + Su duración (aproximadamente dos años) es mayor que la de unas lentes blandas y también presentan menos riesgo de contaminación.

Desventajas:

- + Duran menos que las lentes rígidas y se rayan con más facilidad.
- + Al ser unas lentes porosas, el material puede acumular suciedad y depósitos, por lo que además de la limpieza diaria es necesario realizar una limpieza semanal para evitar que se adhieran proteínas en la lente (limpieza enzimática).

Lentes blandas convencionales. Estas lentes están hidratadas, es decir, el agua forma parte de su composición. Según la cantidad de agua que tengan se clasifican en:

- Lentes de hidratación media, con una proporción de agua entre 36 y el 55%.
- Lentes de alta hidratación, cuyo porcentaje de agua es mayor del 55 %.

Un porcentaje de hidratación mayor nos indica que la lente es más permeable, es decir, ese material permite un mayor paso de oxígeno.

El oxígeno que finalmente recibe el ojo, depende de dos factores:

- La permeabilidad del material.
- El espesor de la lente de contacto.

Ventajas:

- + Resultan muy cómodas para el usuario, por lo que la adaptación a estas lentes es muy rápida.
- + Son las más adecuadas para personas que practican deporte, ya que no se caen ni se desplazan en el ojo.

Desventajas:

- + Se pueden contaminar fácilmente, lo que obliga a extremar las medidas de higiene. Además de la limpieza diaria, también se debe realizar una limpieza semanal para evitar la acumulación de proteínas.
- + Su duración es aproximadamente de un año.
- + Las lentes blandas normales no corrigen el astigmatismo (a no ser que sea muy reducido) por lo que hay que recurrir a otro tipo de lentes.

Lentes blandas. Con el uso y el paso del tiempo, el material de las lentes de contacto se va deteriorando poco a poco, va acumulando depósitos y suciedad, lo que aumenta el riesgo de problemas y complicaciones oculares. Para reducir al máximo estos problemas, aparecen las lentes de remplazo frecuente, así como las lentes desechables.

+ *Lentes desechables:* Son un tipo de lentes blandas que, una vez que se quitan del ojo, se desechan y se tiran. Hoy día, existen incluso lentes desechables de uso diario, es decir, se utilizan durante un día y se tiran. Esto permite usar las lentes de contacto de forma ocasional, siendo útil por ejemplo para deportistas, personas que viajan con frecuencia, etc. Tienen la ventaja de que no necesitan líquidos de limpieza ni ningún tipo de

mantenimiento. Otras lentes desechables tienen una duración de una semana que, actualmente, es el tiempo máximo recomendado para usar lentes de contacto de forma prolongada (sin quitárselas). Estas lentes se llevan puestas continuamente durante siete días, de manera que, al séptimo día de uso, la persona se quita las lentes y duerme esa noche sin ellas. A la mañana siguiente, estrena un par de lentes nuevas que llevará puestas durante otra semana. Las lentes desechables permiten al usuario dormir con las lentes de contacto puestas y la visión al despertar es muy buena.

+ *Lentes de reemplazo frecuente*: La diferencia de estas lentes con las desechables es que no se duerme con estas lentes puestas. El usuario las lleva durante un número de horas al día y debe quitárselas para dormir. Las lentes de reemplazo frecuente suelen ser blandas y las que más se utilizan son las de reposición mensual, aunque también existen lentes que se reponen cada dos semanas y lentes que se reponen cada tres meses. Por ejemplo, en el caso de las lentes de reposición mensual, el usuario recibe doce pares de lentes para utilizar durante un año, de manera que cada mes estrenará un par de lentes. Estas lentes necesitan una limpieza diaria, aunque algo más sencilla que la de las lentes blandas convencionales. Dicha limpieza se realiza con un solo líquido, en el que también se dejan las lentes durante la noche, y no es necesaria la limpieza semanal especial. La razón es que, como las lentes van a reponerse frecuentemente, no da tiempo a que se acumulen en ellas proteínas u otros depósitos. Son unas lentes con un alto contenido en agua, lo que permite una buena oxigenación para el ojo. El motivo de que tengan que reponerse con una determinada frecuencia se debe a las características del material con el que están fabricadas las lentes, ya que se trata de materiales con más tendencia a acumular suciedad y que se deterioran más rápidamente. Las lentes de reemplazo frecuente son la que causan menos problemas y complicaciones.

+ *Lentes de uso prolongado permanente*: Estas lentes se utilizan de forma continua durante un periodo superior a una semana. Se ha comprobado que esta modalidad de uso da lugar a un mayor riesgo de complicaciones. Por este motivo, solamente es recomendable en determinados casos, por ejemplo en el caso de ancianos que no pueden manipular las lentes para ponérselas y quitárselas. También se llevan de forma prolongada las lentes con indicación terapéutica, por ejemplo las que se utilizan después de una cirugía ocular.

Los Hidrogeles. Los hidrogeles son materiales ópticamente homogéneos, que están compuestos de una fase sólida (el polímero) dispersa en una fase acuosa. Los polímeros usados para fabricar las lentes hidrogel tienen radicales hidrófilos, como son los alcoholes, amidas, lactamas y/o carboxilos y puentes que enlazan a las moléculas del polímero en mallas tridimensionales. Mientras que los radicales hidrófilos contribuyen a la absorción del agua en el polímero, los puentes de enlace la limitan, la combinación de ambos determina la hidratación del hidrogel. Uno de los agentes más comúnmente usados para crear puentes de enlaces en las LC de hidrogel es el DMAEG. Sin puentes de enlace, la mayoría de los polímeros hidrofílicos serían solubles en agua, e inútiles para fabricar LC. Estos materiales absorben agua, o soluciones acuosas, hasta alcanzar un equilibrio de hinchazón entre la presión de absorción (relacionada con la presión osmótica del polímero) y la resistencia a la deformación (relacionada con la elasticidad de la red polimérica). El equilibrio de hinchazón es la hidratación específica de cada hidrogel en la solución acuosa y temperatura dada. En los hidrogeles convencionales la transmisión de los gases ocurre principalmente a través de la fase acuosa, y aumenta en razón directa con la hidratación del material. Por el contrario en los nuevos hidrogeles de alta permeabilidad al oxígeno, debido a los radicales siloxano o fluorados en su

fase sólida, la transmisión de los gases depende más de esta fase que de la hidratación del hidrogel.

Hidrogeles convencionales. En su estado seco (xerogel) estos materiales son impermeables a los gases, pero una vez hidratados su nivel de permeabilidad a los gases aumenta en razón directa con su grado de hidratación.

Las LC de hidrogeles convencionales se clasificaron por la FDA en cuatro grupos:

Tabla 5. Clasificación de lentes de contacto blandas según la FDA.

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Agua<50% No iónicas	Agua > 50 % No iónicas	Agua<50% Iónicas	Agua > 50 % Iónicas
Tefilcón Tetrafilcón A Crofilcón Hefilcón A&B Isofilcón Mafilcón Polimacón	Lidofilcón Surfilcón Lidofilcón A	Bufilecón A (45%) Deltafilcón Droxifilcón Phemfilecón A Ocufilecón	Bufilecón A (55%) Perfilecón Etafilecón A Ocufilecón B Ocufilecón C Phemfilecón A Methafilecón Vifilcón A

2.6 MANTENIMIENTO DE LAS LENTES DE CONTACTO

Desde el descubrimiento de las Lentes de Contacto (LC), se hizo necesario el uso de unas soluciones de mantenimiento que progresivamente se han ido haciendo más sofisticadas según se introducían nuevos polímeros y nuevas formas de uso. Los materiales de las LC requieren un mantenimiento adecuado para no sufrir modificaciones que dependen de su composición. Desde las de tipo PMMA a los hidrogeles los requerimientos son diferentes. El fin del mantenimiento es: conservar la LC en buen estado, desinfectarla y acondicionarla para su uso. La presencia de depósitos, los riesgos de

contaminación y la necesidad de humectación justifican la existencia de productos específicos destinados al mantenimiento. Aunque los sistemas han tenido grandes modificaciones, las soluciones de mantenimiento de las LC se pueden agrupar en cuatro categorías:

1. Agentes limpiadores.
2. Soluciones desinfectantes
3. Soluciones salina de aclarado y almacenamiento
4. Agentes humectantes y lubricantes.

Uno de los mayores inconvenientes del uso de las LC es precisamente su mantenimiento, debido al inconveniente de su uso periódico y por el costo económico.

Soluciones de mantenimiento utilizadas para la desinfección de los lentes de contacto

Se debe tener en cuenta que el objetivo fundamental de las soluciones de mantenimiento debe ser limpiar y aseptizar de forma fácil y rápida las lentes de contacto, sin que los productos que las componen produzcan reacciones adversas en los tejidos oculares y por ende es importante tener en cuenta algunas reglas básicas:

- Es importante recordar los principios fisicoquímicos que son: acidez, alcalinidad, difusión, osmosis, presión osmótica, tensión superficial y absorción.
- Es necesario conocer las condiciones que debe reunir los agentes antimicrobianos como: mecanismos de acción, eficacia y toxicidad de los compuestos de las diferentes soluciones empleadas para el cuidado de las lentes.
- Es necesario saber qué es lo que debe eliminarse de la lente de contacto, que productos son eficaces para esa acción, concentraciones adecuadas.

desecho están combinados con otros de diferente naturaleza, los limpiadores enzimáticos no son eficaces.

Ciertos agentes oxidantes también son útiles para extraer los depósitos de las lentes blandas, entre los que se encuentran: el peróxido de hidrogeno, el perborato sódico y el hipoclorito de sodio.

Son productos de gran efectividad para desinfectar las lentes aunque suelen destruir el material de hidrogel, debiendo eliminarse cualquier residuo que pueda quedar dentro de la lente mediante un sistema de neutralización. (Saona, Carlos 1989)

2.6.1 Mantenimiento de lentes de contacto blandas.

Agentes limpiadores. Lo primero que se debe realizar tras retirar la lente del ojo debe ser su limpieza. Esto con el propósito de eliminar los depósitos y reducir la adherencia bacteriana. Los agentes surfactantes disuelven lípidos, minerales y en menor medida proteínas de la superficie de la lente, siempre se han de usar antes de la desinfección. El efecto abrasivo del detergente se debe acompañar de una fricción mecánica con los dedos. Las proteínas son la mayor fuente de depósitos en las LC y se ha relacionado su presencia en la patogenia de conjuntivitis.

La limpieza enzimática es recomendable realizarla semanalmente. Tanto la papaina (eficaz para proteínas) como la pancreatina (eficaz para proteínas, lípidos y mucina), por requerir un contacto más prolongado con la LC, necesitan un buen aclarado posterior para ser eliminadas totalmente. Esto es particularmente importante si se trata de lentes con alto contenido en agua y si se emplean posteriormente desinfectantes químicos que no inactivan a estos agentes. La eficacia de la limpieza enzimática es incompleta, debido a

que los sistemas de limpieza distribuidos en el mercado han demostrado ser poco eficaces contra ciertas proteínas.

Métodos de desinfección.

+ Desinfección térmica

El primer método empleado para la desinfección de las LC fue por medio de calor húmedo. Las recomendaciones para lograr una eficacia aceptable requieren una temperatura mínima de 80°C durante un tiempo de 10 minutos, con la lente en solución salina.

Ventajas: eficaz, ausencia de reacciones alérgicas o tóxicas, bajo costo y desnaturalizan a los limpiadores enzimáticos.

Desventajas: deterioro precoz de las lentes, decoloración progresiva, mayor fijación de los depósitos no eliminados y proceso más largo. Por último, existe la posibilidad de que el sistema térmico no funcione correctamente.

+ Agentes químicos

Los agentes químicos desinfectantes han ido evolucionando desde los conservantes como los amonios cuaternarios (Ej., cloruro de benzalconio) y las biguanidas (Ej., clorhexidina). Estos últimos, combinados con tiomerosal, alcanzan unos niveles de desinfección bastante aceptable pero a concentraciones que son tóxicas para el epitelio corneal. Por su parte el cloruro de benzalconio se une muy intensamente a la matriz del polímero de las lentes, lo que dificulta su eliminación. Mientras que otros productos, como el ácido sórbico, poseen un bajo poder antibacteriano.

A medida que pasa el tiempo se han ido desarrollando otros compuestos químicos de alto peso molecular con buena capacidad antibacteriana y sin problemas de hipersensibilidad, como el Polyquad y el Dymed. Ambos son

simples de usar pero no cubren convenientemente el espectro de hongos y de *Acantamoeba*. El sistema QuickCare utiliza isopropil alcohol y dos agentes surfactantes, alcanzando una alta eficacia antimicrobiana en pocos minutos.

+ Peróxidos (H_2O_2 al 3%)

Por su alta capacidad de reacción para formar radicales libres del hidrógeno, destruye las paredes celulares bacterianas y es posteriormente neutralizado al formar agua y oxígeno.

Ventajas: buena tolerancia por no contener conservantes tóxicos, ausencia de daño a las LC, eliminación de biofilm en el estuche de la lente y amplio espectro antimicrobiano.

Desventaja: requiere tiempo para ser eficaz y en los sistemas de un solo paso, la rápida neutralización impide una desinfección óptima. Este inconveniente se evita por medio de pastillas de efecto "retard" (Allergan) o de los discos de platino que reducen progresivamente la concentración (CIBA Visión).

Soluciones salinas. Las soluciones salinas son necesarias para el aclarado y almacenamiento de las lentes. Antes de la desinfección se aplican para eliminar residuos y tras ella, diluyen la sustancia química o el peróxido residual. Se trata de sustancias tamponadas con o sin conservante. Debido a reacciones de hipersensibilidad a algunos de los conservantes, hoy en día están en desuso.

2.6.2 Mantenimiento de las lentes de contacto rígidas. Las LC de PMMA requieren un mantenimiento mínimo por la naturaleza no permeable del material y es por este mismo motivo que los productos que se emplean para

las permeables puedan usarse en ellas. Al no absorber el producto, el aclarado necesario será mínimo. Como la mayoría de las lentes rígidas son permeables al gas, la necesidad de cuidados habrá de ser similar a las lentes blandas.

Soluciones humectantes. Tienen como finalidad actuar sobre la superficie de la lente para:

1. Convertir la superficie hidrofóbica en hidrofílica, para ser recubierta mejor por la película lagrimal y mejorar su tolerancia.
2. Proporcionar una cubierta protectora sobre la lente y evitar su contaminación por lípidos.
3. Lubricar la córnea en el momento de la inserción de la lente.

Cuanta mayor viscosidad tenga el agente, más efecto lubricante tendrá pero disminuirá su propiedad humectante.

Soluciones de hidratación y desinfectantes. En estado natural la lente tiende a desecarse y al ser insertada en el ojo, provoca molestias. Estas sustancias mantienen la lente hidratada y evitan que, al secarse, se formen depósitos y un deterioro progresivo además contribuye a la disminución de la contaminación.

Agentes limpiadores. Se trata de detergentes surfactantes para eliminar los depósitos de las LC. Los productos enzimáticos en las LC rígidas son importantes dada la superficie hidrofóbica, que incrementa la posibilidad de depósitos muy adheridos, que no pueden ser eliminados totalmente por los limpiadores surfactantes. Tras la limpieza enzimática es necesario un aclaramiento riguroso por la elevada toxicidad de estas sustancias para las células epiteliales.

Existen productos multiuso que combinan los tres efectos: humectar, humedecer y limpiar. Sin embargo alguna propiedad se ha de simplificar por interferir unos productos con otros.

2.6.3 Problemas del mantenimiento.

Eficacia de la desinfección. Todos los sistemas requieren un tiempo mínimo de exposición para una desinfección adecuada. Cuanto mayor es la eficacia más necesaria se hace un aclarado riguroso y más toxicidad epitelial presenta.

+ Bacterias

La reducción de colonias bacterianas tiene un ritmo que se representa por el valor D minutos que necesita una bacteria para disminuir en número de colonias por un factor de 10. Cuanto menor es D, menor es la resistencia a los métodos.

Tabla 6. Eficacia del peróxido de hidrogeno al 3%

Microorganismo	Valor D
<i>Pseudomonas aureginosa</i>	0,40
<i>Bacillus subtilis</i>	0,50
<i>Escherichia coli</i>	0,57
<i>Proteus vulgaris</i>	0,58
<i>Bacillus cereus</i>	1,04
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	1,82
<i>Staphylococcus aureus</i>	2,35

(www.oftalmo.com/publicaciones/lentes/cap5.htm)

Los estudios comparativos entre los sistemas químicos y el peróxido han dado resultados similares para los gérmenes más habituales, siendo altamente eficaces para *P. aeruginosa*. La frecuente demostración de soluciones contaminadas ha puesto en duda la eficacia de algunos productos para los gérmenes Gram negativos, como *P. aeruginosa* o *S. marcescens*,

sugiriéndose que deberían ser estos organismos los más adecuados para comprobar la eficacia de los productos desinfectantes.

Existen varias explicaciones para explicar el fallo de las soluciones:

* Algunos conservantes, como el tiomerosal, el cloruro de benzalconio y la clorhexidina, son absorbidos por los estuches de polietileno o polipropileno, causando una pérdida casi absoluta de poder bactericida.

* Se han encontrado cepas adaptadas a la clorhexidina, con gran poder para desarrollar biofilm y adherirse a la superficie del polietileno.

Debido a la limitación desinfectante de algunos productos y al posible desarrollo de cepas resistentes, es recomendable que tras varios días en el estuche, la lente sea desinfectada intensamente antes de un nuevo uso.

+ Virus

La presencia del VIH en lágrimas y su aislamiento a partir de LC ha suscitado enorme interés en su posible impacto sobre la práctica de la contactología. Los sistemas actuales, tanto térmicos como químicos y de peróxido, han demostrado ser eficaces para neutralizar el virus, con tiempos de contacto no superiores a 10 minutos.

También se ha comprobado la eficacia de los sistemas frente a otros virus de implicación oftalmológica, como el adenovirus o el herpes simple, o de contagio frecuente como los de la hepatitis. No se conocen casos de transmisión de SIDA por el uso de LC, pero el uso de peróxido está fuertemente recomendado si existe algún riesgo.

+ Hongos

Probablemente los hongos son los gérmenes más resistentes a los métodos habituales de desinfección. El peróxido es más eficaz que la desinfección química para *C. albicans*, a pesar de lo cual requiere un mínimo de 45 minutos para garantizar su efecto fungicida. Aunque la infección corneal por hongos es excepcional en los usuarios de lentes de contacto, la contaminación y el deterioro secundario de la lente por depósitos no es infrecuente.

+ Acantamoeba

Se trata de un germen difícil de eliminar de los estuches de la LC. Es un protozoo de vida libre, que se encuentra en lugares húmedos, siendo las LC y sus sistemas un lugar de donde con frecuencia es aislado. La desinfección por calor es la única que garantiza totalmente la erradicación del germen, pues es eficaz contra sus formas en trofozoito y quiste. Tras una hora de exposición la clorhexidina y el cloruro de benzalconio son eficaces. Por su parte, el peróxido necesita el mismo tiempo pero cuando el disco catalizador está presente desde el principio, deben completarse las 6 horas recomendadas para que la desinfección esté garantizada.

Toxicidad de los productos de mantenimiento. Existe una relación directa entre capacidad limpiadora y toxicidad sobre las estructuras de la superficie ocular. Los productos conservantes son necesarios para mantener las lentes sin contaminación y la absorción por las LC blandas provoca reacciones adversas. No ocurre lo mismo con las LC rígidas, que no son capaces de absorber el producto.

Esta toxicidad puede ser accidental, por colocarse la lente directamente tras la desinfección sin pasar el proceso de aclaramiento, pero por lo general se debe a un fenómeno de hipersensibilidad a alguno de los componentes. El

tiomerosal ha sido utilizado en numerosos productos por tratarse de un buen agente desinfectante, pero la elevada frecuencia de individuos con respuesta a esta sustancia, ha obligado a que hoy en día se haya eliminado casi totalmente. Se han descrito también alergias a otros productos desinfectantes como la clorhexidina y el cloruro de benzalconio. La clorhexidina inactiva a ciertas proteínas de la lágrima, reduciendo su poder bactericida, y se une a la mucina, creando depósitos en la lente. El cloruro de benzalconio afecta a las membranas celulares, incrementando su permeabilidad. Por el contrario, los conservantes más modernos tienen una incidencia menor de respuesta adversa, con un poder antimicrobiano similar.

Los radicales libres del peróxido pueden ocasionar muerte celular del epitelio. Pero de igual forma las células superficiales del ojo contienen enzimas capaces de neutralizar los efectos del peróxido de hidrógeno (catalasa, superóxido dismutasa y glutatión peroxidasa).

Contaminación de los sistemas. Se ha insistido desde fechas recientes en la necesidad de realizar una limpieza y un recambio de los estuches de almacenaje de las LC. Está comprobado que, aún con un buen cumplimiento de las normas de higiene, los estuches son el motivo de la contaminación de las lentes. En ellos las bacterias son capaces de desarrollar un biofilm que las hace resistentes a los productos desinfectantes. Se ha encontrado que los gérmenes pueden contener la enzima catalasa que impide el proceso del peróxido.

Recomendaciones para estos casos:

- Para romper el biofilm resistente a los desinfectantes, frotar regularmente la superficie interna con un paño humedecido con un limpiador de LC.
- Exponer el estuche cada dos semanas a 1 minuto en agua a 70°C o, mejor, desechar los estuches regularmente.
- Dejar el estuche abierto para que se seque bien.
- Lavar las manos antes de cada manipulación
- Reemplazar el estuche regularmente para hacer innecesarios los dos primeros puntos

Las personas que utilizan lentes en uso prolongado emplean las soluciones de mantenimiento con intervalos muy largos. Entonces se incrementa el tiempo de uso de los mismos y las posibilidades de contaminación. El riesgo aumenta de forma muy significativa cuando los líquidos no contienen conservante.

Cumplimiento de las normas. Es importante dejar bien establecidas, por escrito, las instrucciones para el mantenimiento, así como de las razones por las cuales es imprescindible. Es frecuente que los usuarios cambien de líquidos por iniciativa propia o según los establecimientos que los dispensan. En un intento de ahorrar, disminuyen la frecuencia de uso o compran productos más baratos. También se ha detectado un elevado porcentaje de pacientes que no cumplen correctamente el régimen, teniendo más riesgo de complicaciones infecciosas. No existe una relación entre el cumplimiento y el nivel de educación. Los factores que más influyen en el mal cumplimiento son:

- Complejidad del régimen de mantenimiento.
- Tiempo necesario para completar el procedimiento, especialmente la desinfección.
- El costo de la limpieza.
- Mal entendimiento de las instrucciones verbales o escritas.
- Mala relación especialista –paciente

Medidas generales de higiene. Las recomendaciones para disminuir el riesgo de transmitir infecciones y de dañar las LC se exponen a continuación:

- Evitar el uso de cremas o sustancias en las manos.
- Desechar los envases que hayan tenido contacto directo con el borde libre.
- Cerrar todos los envases una vez usados.
- No reutilizar los pocillos en donde se guardan las LC durante el lavado.
- Desinfectar las lentes antes de colocarlas en el estuche, para evitar el transporte de microorganismos.
- Comprobar periódicamente el estado de las LC usadas en el envase, buscando depósitos, sequedad o cambios de color o viscosidad.

Guías de la FDA para los Sistemas de cuidado de lentes contacto. Los productos de cuidado de los lentes de contacto son regulados como un Elemento Médico Clase III por la FDA. La clase III es la más regulada de los elementos médicos. Necesitan pasar por una aplicación de Aprobación de Pre mercado (PMA) que incluye toda la información pre clínica y clínica para la seguridad y eficacia, procedimientos de producción, especificaciones y copia de la marca del elemento. Es necesario obtener la aprobación de la FDA de la PMA antes del mercado en los Estados Unidos. Los productos de cuidado de los lentes de contacto son regulados como un Elemento Médico

Clase III por la FDA. La clase III es la más regulada de los elementos médicos.

Los requerimientos de examen sobre seguridad y eficacia pre clínico y clínicos se resaltan en la Guía de Examen para Clase III de Soluciones para lentes de Contacto Blandos (hidrofílicos) en 1985. La principal preocupación de estas regulaciones es que cada régimen del cuidado de lentes de contacto debe dar un método de desinfección del lente que sea seguro y efectivo.

Las guías de la FDA para una eficaz desinfección térmica requieren un éxito régimen contra el *Streptococcus faecalis*, una bacteria coliforme asociada con desperdicios. La guía de la FDA para el sistema de desinfección química es más complicada. La eficacia de la desinfección química se evalúa contra seis microorganismos estándar. Estos microorganismos incluyen tres bacteria (*Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus epidermis* y *Serratia marcescens*), dos hongos (la levadura *Candida albicans* y el *Aspergillus fumigatus*) y un virus (Herpes simplex).

Estos microorganismos fueron escogidos para representar los potenciales patógenos oculares. Mientras la *Pseudomonas aeruginosa* fue recuperada de infecciones oculares por los lentes de contacto, los hongos fueron responsables por lo menos del 1% de las infecciones oculares. De ahí que los organismos requeridos por la FDA no pueden ser una buena representación de patógenos oculares concernientes a los usuarios de lentes de contacto. Por ejemplo, al aumentar la concentración de preservativos en una solución química de humectación, la toxicidad se presenta porque los preservativos no pueden diferenciar entre microbios y células epiteliales.

La FDA exige tres exámenes de eficacia microbial para los sistemas de desinfección química. Estos exámenes de eficacia incluyen el examen Microbial Multi-item, el examen de contribución de elementos y la determinación del valor D.

Examen multi-item Microbial. Este examen evalúa el régimen completo de desinfección. Veinte lentes de contacto son inoculados con una preparación de microbios suspendidos en tierra orgánica, una mezcla de suero animal y “debris “celular”. Luego de un periodo de absorción de 3-10 minutos, los lentes son sujetos al régimen de cuidado recomendando, incluyendo limpiado, enjuague y los pasos de humectación.

Los veinte lentes y la solución que queda en el estuche de los lentes no deben mostrar ningún crecimiento de microorganismos después de un periodo de incubación de 14 días bajo condiciones óptimas.

Examen de contribución de elementos. Este examen evalúa el procedimiento individual en un proceso de desinfección. La limpieza, el enjuague, y la desinfección son evaluados separadamente, determinando su eficacia en el sistema de desinfección.

Determinación del valor D. Este es un procedimiento fuera de régimen para evaluar la eficacia de la desinfección. Los lentes de contacto, depósitos orgánicos, la limpieza y los pasos de enjuague no son incluidos en el procedimiento de este examen.

Un millón de microorganismos son añadidos a un mililitro de solución desinfectante. El número de microorganismos que sobreviven son determinados en tiempos específicos, valores numéricos llamados “valores D”, son utilizados para representar el tiempo requerido para matar el 90% de

microorganismos. Los valores D son usados para estimar un margen de seguridad basado en la eficacia de la solución desinfectante, esto pretende compensar los valores relacionados con el lente, faltantes en el procedimiento del examen que puede influenciar la verdadera eficacia del sistema de desinfección cuando es utilizado por un consumidor. (Franja Visual 1992)

Papel de los Desinfectantes en Patogénesis de los Lentes de Contacto Relacionados con Queratitis Microbiana. Los microorganismos existen normalmente en la superficie del ojo. Los mecanismos de defensa natural evitan que estos organismos implanten un proceso infeccioso en la córnea. Estos mecanismos de defensa incluyen componentes de la película lagrimal, párpados y epitelio. Es sabido que el uso de lentes de contacto debilita estos mecanismos de defensa por tanto crea un potencial para que los microorganismos se fijen en la superficie ocular y establezcan un proceso infeccioso.

Mientras que el desinfectar los lentes de contacto puede disminuir la carga de microorganismos sobre la superficie del ojo, no se debe pensar en este proceso como la creación de una atmósfera estéril. Varios tipos de microorganismos han sido cultivados a partir de úlceras en ojos de usuarios de lentes de contacto también en cultivos de úlceras de ojos donde no se han utilizado lentes de contacto y desde luego en ojos normales que no han desarrollado ninguna infección; así las soluciones desinfectantes pueden eliminar estos microorganismos de los lentes de contacto, pero esto no garantiza que no haya la debilidad de la superficie ocular.

Los microorganismos también pueden venir en un estuche contaminado, soluciones o gotas para el ojo. Un lente de contacto desinfectado no asegura

que no ocurra una queratitis microbiana, pero otros factores pueden estar involucrados. (Franja Visual 1992)

2.7 DEPÓSITOS EN LAS LENTES DE CONTACTO

El uso de Lentes de contacto (LC) por parte de la población resulta una práctica cada vez más frecuente y habitual; desde la aparición de las LC blandas, su utilización se ha extendido de una forma progresiva, desde la llegada de las llamadas "lentes desechables" es cuando su porte se ha popularizado de un modo más amplio.

El incremento en el número de portadores de LC blandas, tanto en porte diario como prolongado han provocado, a su vez, la aparición de problemas asociados al incremento de los depósitos sobre la superficie de estas lentes. Estos depósitos son especialmente frecuentes en casos como las lentes de uso terapéutico o en el porte prolongado.

La presencia de depósitos supone una situación de alto riesgo para la aparición de problemas debido a las modificaciones que induce en la lente, como la disminución de su calidad óptica, o la aparición de signos de inflamación o sensibilización, que puede llegar a provocar cambios importantes en la superficie ocular.

La presencia de depósitos favorece la colonización de las LC por diferentes microorganismos, siendo un paso previo para una infección ocular. También hace que uno o más factores relacionados con las lentes pueden estar en situación inadecuada como:

- Medio ambiente del portador de lentes
- Calidad de la higiene ocular y métodos de limpieza

- Bioquímica de las lágrimas y su interrelación con las lentes
- Características del material de la lente y calidad de manufacturación.

2.7.1 Clasificación de los depósitos

Tabla 7. Clasificación de los depósitos

TIPOS DE DEPOSITOS	CARACTERISTICAS
Depósitos orgánicos Origen en las glándulas de secreción tanto palpebrales como conjuntivales, productos del metabolismo y desechos tisulares.	<ul style="list-style-type: none"> • Proteínas (lisozima, aminoácidos libres, glicoproteínas) • Lípidos • Mucina • Lipopolisacáridos • Drogas • Cosméticos y pigmentos orgánicos • Contaminantes ambientales
Depósitos inorgánicos	<ul style="list-style-type: none"> • Sales de calcio (fosfato y carbonato) • Mercurio, hierro y otros metales • Sílice • Magnesio • Sal sódica
Depósitos mixtos	<ul style="list-style-type: none"> • Complejos de mucoproteínas y lípidos: <ul style="list-style-type: none"> -Con / sin calcio - con / sin otros elementos orgánicos o inorgánicos.
Depósitos microbianos	<ul style="list-style-type: none"> • Flora oportunista de párpados y conjuntiva • Bacterias, hongos, etc., de origen extraocular.
Depósitos intrínsecos de la lente	<ul style="list-style-type: none"> • Defectos de fabricación • Impurezas del polímero • Envejecimiento

2.7.2 Métodos de estudio. Cada vez surgen nuevas tecnologías que nos permiten conocer más y mejor los depósitos de las lentes, tanto en su superficie como en el interior de la matriz de la lente.

La evaluación y reconocimiento de los depósitos en las LC comienza con el reconocimiento de los signos y síntomas de los pacientes. La clínica característica muestra síntomas de irritación de la superficie de carácter inespecífico como fotofobia, ligero disconfort, sensación de cuerpo extraño y en ocasiones dolor.

Dentro de los síntomas visuales, puede haber ligera disminución de visión, pérdida de la calidad de las imágenes, aparición de imágenes fantasmas; que pueden llegar en casos marcados a diplopía, poliopía, efectos prismáticos, errores refractivos inducidos, alteraciones del campo visual e incluso pérdida de la binocularidad.

➤ La presencia de depósitos pueden provocar numerosos síntomas oculares característicos como:

- Blefaroespasma
- Secreción en borde palpebral
- Alteraciones del parpadeo
- Lagrimeo
- Aumento de las secreciones con o sin hiperemia asociada.

➤ Podemos encontrar alteraciones conjuntivales y corneales como:

- Conjuntivitis papilar gigante (CPG)
- Queratopatía punteada superficial (QPS)
- Lesión focal, típica lesión epitelial a las III y IX (Síndrome III-IX)
- Erosiones, abrasiones y edemas del epitelio y estroma
- Disfunciones endoteliales focales o difusas que pueden ser también origen de edema corneal.

Cuando los depósitos actúan de forma mantenida pueden llegar a provocar importantes alteraciones corneales: neovascularización, pseudopterigium, queratitis, fibrosis (superficial o profunda), necrosis corneal (infecciosa o

estéril), úlceras y secuelas que pueden llevar al globo ocular a situaciones muy graves que ponen en juego su función visual. Algunos de estos depósitos son:

➤ **Depósitos Proteínicos**

-Naturaleza, etiología y patogenia: Factores de la aparición y desarrollo de los depósitos: tipo de material del polímero, uso de sistema de hervido de las lentes, alteraciones del parpadeo, deficiencias lagrimales, alteración en la composición de las lágrimas, alergias, entre otras.

-Tratamiento: Agentes surfactantes, agentes oxidantes que pueden dañar el polímero por oxidación, (peróxido, hipoclorito, perboratos, bisulfatos) y los limpiadores enzimáticos que provocan alergia conjuntival.

➤ **Depósitos de Lípidos:**

-Naturaleza, etiología y patogenia: Su aspecto es graso, superficie homogénea, brillante y disminuye la agudeza visual. Los componentes lipídicos son: fosfolípidos, grasas neutras, triglicéridos, colesterol y ácidos grasos, etc.

En origen ocular: cuando aparece una conjuntivitis bacteriana, hay incremento en la secreción lipídica, de las glándulas de Meibonio.

En origen extraocular: la causa es la grasa de la piel que desde los dedos pasa a las lentes.

-Tratamiento: Agentes surfactantes (limpiadores anicónicos, detergentes); enzimas impolíticas, pueden actuar sobre la secreción de triglicéridos por las glándulas de Meibomio y afectar la secreción de ácidos grasos, que son irritantes tisulares. En algunos pacientes eliminar el uso de la clorhexidina disminuye la incidencia de los depósitos de lípidos en las lentes.

➤ **Depósitos de Mucina**

-Naturaleza, etiología y patogenia: Se presentan como una capa lisa o irregular, acumulo gelatinoso, depósitos de aspecto filamentoso, opacos, de color blanco-amarillento. Se observa al microscopio: carácter granular y conglomerados de filamento que atrapan células, microorganismos, restos de todo tipo, incluso gránulos calcáreos.

-Tratamiento: Suelen ser efectivos para eliminar estos depósitos de la superficie de las lentes: los agentes mucolíticos y limpiadores surfactantes.

➤ **Depósitos de pigmentos orgánicos**

-Naturaleza, etiología y patogenia: Se relaciona con diversos factores: desinfección, contaminantes ambientales, medicación ocular, cosméticos, contaminación microbiana y envejecimiento del polímero. En fases iniciales estos pigmentos no alteran la visión, no producen signos o síntomas y pueden modificar los parámetros físicos de las LC. Los pigmentos pueden ser: Melanina y polímeros de tirosina, nicoptina, adrenocromos, tetrahidrozolin, clohexidina.

-Tratamiento: La inmersión de las lentes coloreadas en soluciones blanqueadoras por varias horas eliminara el color, para eliminar el peróxido se deben lavar en tiosulfato sódico durante 15 minutos y después enjuagar. La fluoresceína puede eliminarse por abundante lavado o por inmersión en una solución de bicarbonato sódico al 1% por varias horas.

➤ **Calcio**

-Naturaleza, etiología y patogenia: Aparecen como una película blanquecina parecida a la de proteínas. Los depósitos de fosfato cálcico pueden ser observados como gránulos localizados o extendidos como láminas desde la superficie o dentro de la matriz, alterando y dañando la

integridad de la lente. Diversos factores pueden facilitar la formación de depósitos calcáreos.

-Tratamiento: Estos depósitos se disuelven en:

- Acido clorhídrico diluido debilita la textura de la lente e induce cambios en sus parámetros físicos.
- Agentes quelantes: el EDTA (0.01-0.001%) y otros agentes quelantes son añadidos a las soluciones comerciales de limpieza o desinfección.

➤ **Depósitos Mercuriales**

-Naturaleza, etiología y patogenia: Una lente teñida por estos productos adquieren un color grisáceo o blanco-grisáceo. Al microscopio se observa una formación moteada. Mediante análisis de activación de neutrones, los niveles de mercurio pueden ser medidos. Estos depósitos consisten probablemente en sulfitos de mercurio de color negro insolubles en agua y son de origen extraocular.

-Tratamiento: La desinfección se hace con soluciones que contengan timerosal (no se debe utilizar tras su fecha de caducidad) y luego las lentes deben ser enjuagadas. Las lentes no deben ser almacenadas en envases que tengan tapones con compuestos que incluyen sulfuro.

➤ **Depósitos Férricos**

-Naturaleza, etiología y patogenia: Cuerpos extraños metálicos con elementos férricos pueden resultar atrapados por las lentes, posteriormente resultan oxidados y forman depósitos rojos o anaranjados de sales férricas. La presencia de manchas con color de óxido es frecuente y pueden tener un origen diverso. La mayoría procede de cuerpos extraños extraoculares.

-Tratamiento: Agentes reductores y ciertos limpiadores pueden cambiar el color de las sales de hierro desde el naranja al negro, aunque la lente

permanece con su depósito. La limpieza química de algunos elementos metálicos extraños resulta posible, pero dejará un defecto en la superficie de la lente.

➤ **Depósitos de otros Minerales**

-Naturaleza, etiología y patogenia: El magnesio presente en las lágrimas puede acumularse en las lentes que presentan depósitos orgánicos, polímeros u otros. La sílice tiene su origen en cuerpos extraños ambientales. Las sales de sodio presentes en las lágrimas y en las soluciones de cuidado de las lentes pueden precipitar sobre la superficie de las lentes.

➤ **Depósitos Mixtos**

- Naturaleza, etiología y patogenia: Estos depósitos no son visibles a examen directo o con lámpara de hendidura y con el tiempo esta película se puede ver directamente. Están constituidos por mucina, proteínas y lípidos, con o sin sales de calcio, resultando la causa más frecuente de depósitos en las lentes. Su base se encuentra adherida a la matriz de la lente e incluso llega a infiltrarla parcialmente.

-Tratamiento: La limpieza frecuente de las lentes, por técnicas físicas o químicas, ayudan a prevenir el crecimiento de estos depósitos. Debido a su variedad de elementos constitutivos, su eliminación resulta difícil. El uso de múltiples enzimas ha sido abandonado, ya que provocan sensibilización.

➤ **Depósitos por Contaminantes Microbianos**

-Naturaleza, etiología y patogenia: Los hongos crecen, en la superficie y en el interior de la matriz de la lente. Los micelios penetran ya que son capaces de degradar y digerir el material del polímero de la lente. Las bacterias, resulta atrapadas en las irregularidades de la superficie o en huecos producidas durante la maniobras de limpieza de los depósitos. La

presencia de depósitos orgánicos (proteínas y azúcar) así como restos celulares, favorecen en crecimiento de bacterias, hongos, protozoos.

-Tratamiento: Limpieza y desinfección resulta lo más efectivo para prevenir la contaminación microbiológica. Los microorganismos se localizan en brechas y agujeros que con frecuencia impiden que sean adecuadamente eliminados por los procesos de desinfección. Restos de microorganismos y proteínas desnaturalizadas pueden provocar irritación o actuar como auténticos estímulos antigénicos.

➤ **Depósitos por Alteraciones en la Fabricación, Defectos Físicos del polímero, Impurezas y envejecimiento.**

-Naturaleza, etiología y patogenia: Los defectos en la fabricación implican: impurezas del material, falta de homogeneidad en la textura, marcas, hendiduras, abrasiones, lascas, cortes, pinchazos, rupturas, superficies mal terminadas.

La reacción de grupos éter, pueden hidrolizarse durante los procesos de limpieza y en condiciones de acidez o alcalinidad y liberar etanol que modificara sus características físicas, químicas y ópticas.

-Tratamiento: Un adecuado y exigente control de calidad durante su fabricación es el único camino para eliminar estos defectos.

La amenaza de que estos controles pudieran quedar relegados en las LC desechables, se ha evitado gracias a un esfuerzo notable para mejorar los métodos de producción.

3. EPIDEMIOLOGIA

3.1 FACTORES DE RIESGO DE INFECCION

El traumatismo y el uso de lentes de contacto son los factores de riesgo más comunes de la queratitis microbiana en ojos sanos. Todas las lentes de contacto, tanto las blandas como las rígidas, las permeables al gas, las de uso diario, las de uso prolongado y las desechables, conllevan un riesgo de infección. Sin embargo el uso de lentes de contacto durante la noche se asocia con riesgo 10 a 15 veces mayor de queratitis ulcerativa que el uso de sólo durante el día, y cada noche adicional de empleo de las lentes aumenta aún más el riesgo de infección. La contaminación bacteriana de los estuches de las lentes de contacto, así como de soluciones conservantes es frecuente. Se ha demostrado que las bacterias (en especial *Pseudomonas* y *Estafilococos*) se adhieren a las lentes de contacto y pueden ser transferidas directamente a la superficie corneal al colocar la lente en el ojo. Las lentes de contacto pueden producir traumatismo macro o microscópico del epitelio corneal. Una adecuada higiene y el buen cuidado de las lentes de contacto ayudan a reducir el riesgo de infección.

También el uso continuado puede producir un riesgo acumulativo; cuanto más tiempo se usan los lentes en forma continua, más grande es el riesgo total. De estos primeros estudios, se calculó que el número de personas en los Estados Unidos que padece queratitis bacteriana debido al uso prolongado de lentes de contacto es aproximadamente 8,000 por año. El cigarrillo puede constituir un factor de riesgo adicional para el desarrollo de queratitis ulcerativa entre los usuarios de lentes blandos. Usar los lentes de contacto desechables diariamente es relativamente más seguro, aunque todavía pueden producirse queratitis ulcerativas, cuya incidencia anual es de 3: 10.000 usuarios. Los que usan lentes de contacto están expuestos a un riesgo de seis a nueve veces mayor de contraer infecciones en la córnea

comparados con los usuarios de lentes de contacto cosméticos. (Castellon.2002)

3.2 COMPLICACIONES INFECCIOSAS POR EL USO DE LENTES

Se calcula que en 2000, el número de portadores de LC en el mundo llegaba a los 75 millones (International Association for Contact Lens Educators). El conocimiento de la incidencia de las complicaciones relacionadas con las LC y de sus factores de riesgo permite a los optómetras informar a sus pacientes con precisión sobre los riesgos de padecer estos trastornos. Esta información también puede ayudar a tratar enfermedades relacionadas con el uso de LC y a conocer su patogenia.

En los portadores de LC, las queratitis microbianas son por lo general bacterianas, aunque también se dan casos debidos a amebas, en particular *Acanthamoeba*, y con menos frecuencia, a hongos. No se conoce bien la relación entre virus y queratitis asociadas al uso de LC.

Durante las décadas de 1970 y 1980 fue aumentando el número de informes sobre casos de infecciones relacionadas con el uso de LC. En 1991, un estudio de casos y controles confirmó que el uso de LC era el factor de riesgo predominante en los casos nuevos de queratitis microbiana y que el 65% de éstos podían atribuirse al uso de LC para corregir pequeños defectos de refracción.

En estudios realizados en EEUU , Suecia y Países Bajos se estimó una incidencia de queratitis infecciosa de 4.1, 3.3 y 2.2 por 10.000 portadores de LC, respectivamente, entre usuarios de LC blandas de uso diario y de 20, 13.3 y 22.9 por 10.000 portadores, respectivamente, entre usuarios de LC blandas de uso prolongado . (McRae S, Herman C, Stulting RD, et al.1998) Un análisis de los datos agrupados de estudios de cohortes previos a la comercialización y realizados para la Food and Drug Administration (FDA)

estadounidense mostró cifras muy similares, de 5.2 por 10.000 para las lentes blandas de uso diario y de 18.2 por 10.000 para las lentes blanda de uso prolongado. Los resultados de la encuesta realizada por miembros de la Sección de Lentes de Contacto de la American Optometric Association arrojaron cifras de incidencia más elevadas, de 47 por 10.000 para las lentes blandas de uso diario y de 300 por 10.000 para las lentes blanda de uso prolongado. (Weissman BA, Remba MJ, Fugedy E. 1991). Las diferencias entre estudios probablemente tienen su origen en el método empleado, en la selección de casos y controles y en los criterios de diagnóstico. Basándose en los resultados de amplios estudios de cohortes, se estima que cada año, aproximadamente uno de cada 2.500 portadores de LC blandas de uso diario y uno de cada 500 portadores de LC blandas de uso prolongado padecerán una "presunta" queratitis microbiana.

Tabla 8. Factores de riesgo para queratitis bacteriana en usuarios de lentes de contacto blandas.

Uso diario	Uso prolongado
Varón joven	Tratamiento tópico con esteroides
Desinfección infrecuente	Clima templado
Desinfección con pastillas o calor	Mayor duración del porte prolongado
Falta de desinfección	Menor nivel socioeconómico
Diabetes	Fumador
No uso de surfactante o de adarado	Uso nocturno de lentes diarias

www.oftalmo.com/publicaciones/lentes/cap10.htm

3.2.1 Agentes causales involucrados

Los agentes causales de queratitis microbiana son en su mayoría de origen bacteriano (70-90%), predominando los gérmenes gram positivos, salvo en portadores de LC para compensación óptica donde suelen ser más frecuentes las bacterias gram negativas, siendo el patógeno más frecuentemente implicado la *Pseudomona aeruginosa*. Los hongos representan entre el 5 y 30% de los casos. Entre el 1 y 15% se deben a parásitos, y entre el 2 y el 20% a infecciones polimicrobianas. (EGEA MC, PUEYO V, NOLES B, 2006).

En un estudio realizado por la Revista Española de Contactología, denominado *Queratitis Microbiana en Portadores de Lentes de Contacto* se reportaron los siguientes datos con respecto a los microorganismos involucrados en este proceso de infeccioso:

Los microorganismos en portadores de Lentes de contacto de uso óptico:

El 85,56% fueron cocos gram positivos y el 14,28% fueron bacilos gram negativos. Dentro del grupo de los cocos gram positivos, el porcentaje de microorganismos fue: 28,5% de *S. aureus*, 28,5% de *S. epidermidis*, 14,28% de *S. mitis* y 14,28% de *S. oralis* un 14,28%. Dentro del grupo de los bacilos gram negativos, el porcentaje de microorganismos fue 14,28% de *E. Coli*.

Los microorganismos en portadores Lentes de contacto se uso terapéutico:

El 44,4% eran bacilos gram negativos, el 33,3% cocos gram positivos y el 22,2% bacilos gram positivos. Dentro del grupo de los bacilos gram negativos, el porcentaje de microorganismos fue: *Serratia* 22,2%, *P.*

aeruginosa 11,1%, Achromabacter 11,1%. Dentro del grupo de los cocos gram positivos, el porcentaje de microorganismos fue: Garnerella 11,1%, S. mitis 11,1% y S. aureus 11,1%. Dentro del grupo de los bacilos gram positivos, el porcentaje de microorganismos fue: Corynebacterium 22,2%.

Tabla 9. Microorganismos involucrados en *Queratitis Microbiana*

Staphylococcus aureus	19%	n=3
Streptococcus mitis	12%	n=2
Staphylococcus epidermidis	12%	n=2
Escherichia coli	6%	n=1
Streptococcus oralis	6%	n=1
Corynebacterium	6%	n=1
Achromobacter xylooxidans	6%	n=1
Pseudomona aeruginosa	6%	n=1
Gemella morbillorum	6%	n=1
Serratia liquefaciens	6%	n=1
Serratia marcescens	6%	n=1

EGFA MC. PUEYO V. NOI FS B. 2006)

Tabla 10. Microorganismos totales según su disposición en grupo

Cocos gram positivos 56%	Staphylococcus (5), Streptococcus (3), Gemella (1)
Bacilos gram negativos 31%	Serratia (2) E. coli (1), Pseudomona (1), Achromobacter (1)
Bacilos gram positivos 13%	Corynebacterium (2)

EGEA MC. PUEYO V. NOLES B. 2006)

3.2.2 Espectro microbiológico en Colombia

La prevalencia del espectro microbiológico es diferente para cada área geográfica. En una revisión de 474 casos en el Hospital Universitario del Valle (HUV) durante 10 años se encontró como gérmenes más frecuentes causantes de la queratitis bacteriana el *Staphylococcus epidermidis* 174 (36.7%), *Pseudomonas aeruginosa* 114 (24.1%), *S. aureus* 84 (17.7%), *Streptococcus viridans* 39 (8.2%), *S. pneumoniae* 24(5.1%), entre otros. La (Torre, M.D. et al. 2003)

Tabla 11. Informe de gram pacientes con queratitis HUV enero-julio 2002

Informe de Gram	N	%
Cocos Gram +	3	21.4
Bacilos Gram +	1	7.1
Bacilos Gram -	3	21.4
Negativo	7	50.0
Total	14	100.0

La Torre, M.D. et al. 2003

Tabla 12. Informe de cultivos pacientes con queratitis HUV enero-julio 2002

Informe de Cultivo	N	%
<i>Staphylococcus aureus</i>	2	14.3
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	5	35.7
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	1	7.1
<i>Pseudomona</i>	1	7.1
Negativo	5	35.7
Total	14	100.0

La Torre, M.D. et al. 2003

En los cultivos se encontró como germen más frecuente el *S. epidermidis* (35.7%) seguido por *S. Aureus* 14.3%, la *Pseudomonas* y el *S. pneumoniae* en un caso cada una. Estos hallazgos coinciden con estudios previos que informan el *S. epidermidis* como la bacteria más frecuente en Colombia.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Adolf Fick describió por primera vez los lentes de contacto de vidrio en 1888, desde entonces los adelantos en la tecnología de los lentes de contacto originaron variedades diferentes de estos, que se dividen en dos tipos diferentes, lentes rígidos y blandos. (Daniel G. Vaughan, Taylor Asbury, Paul Riurdan, 2000).

Las infecciones corneales por microorganismo es una de las mayores complicaciones de los lentes de contacto. *Pseudomonas spp* y *Staphylococcus spp.* son los microorganismos que con una alta frecuencia son hallados en infecciones corneales por el uso constante de lentes de contacto. (Dixon JM, Young CA Jr, et al, 1966).

Aproximadamente 70 millones de personas en el mundo no lavan los lentes de contacto luego de uso extendido o no realizan bien el procedimiento de limpieza y desinfección conllevando a infecciones microbianas como la keratitis, lo que convierte a la keratitis microbiana en un problema de salud pública. Estos problemas presentados por el continuo uso de los lentes de contacto fueron publicados en la *New England Journal of Medicine* en el año de 1989. (Schein OD, et al, 1989).

Es posible que en la población colombiana se presente un alto índice de infecciones oculares, en pacientes que utilizan lentes de contacto desechables. Ya que como lo muestran estudios americanos las infecciones oculares por lentes son un gran problema de salud. Todo esto posiblemente se deba a que los lentes no son desechados diariamente, prolongando su

uso por más de una semana. (Daniel G. Vaughan, Taylor Asbury, Paul Riurdan, 2000)

Por otro lado es posible que los problemas inicien con las soluciones utilizadas para el mantenimiento de los lentes, ya que las de mejor calidad pueden llegar a ser un poco costosas y esto hace que la gente tienda a comprar lo más barato y no lo de mejor calidad.

En el mundo se han realizado diversos estudios en los cuales se llega a la conclusión que el alto índice de infecciones oculares externas son producidas por los malos hábitos de limpieza y la utilización de las soluciones multiusos como de los lentes, es por esto que se ha querido realizar una investigación en la cual se evaluara la capacidad del *Staphylococcus epidermidis* de colonizar 5 diferentes materiales de lentes de contacto y evaluar la actividad antimicrobiana de 5 soluciones de mantenimiento de lentes de contacto.

5. JUSTIFICACION

Es importante conocer la afinidad de *Staphylococcus epidermidis* con los diferentes materiales de los lentes de contacto y la actividad antimicrobiana de las soluciones de mantenimiento de lentes contra este microorganismo, y así poder proporcionar información sobre el manejo adecuado de lentes y evitar infecciones las cuales pueden conllevar a complicaciones del paciente como: conjuntivitis, queratitis y entre otras problemas visuales.

Además es importante dar a conocer que las normas de control que rigen a los lentes de contacto y a las soluciones multiusos no son lo suficientemente estrictas o claras, ya que muchos de los insertos de las soluciones no contienen la información mínima que se requiere para el uso de estos elementos. Es importante que toda la población posea el conocimiento adecuado de los riesgos y beneficios que pueden tener al utilizar soluciones multiuso o lentes de contacto.

6. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la afinidad del *Staphylococcus epidermidis* y los materiales de los lentes de contacto: Hydrogel Silicona: Balafilcon A, Lotrafilcon A; Hydrogel: Alphafilcon A, Polymacon y Omafilcone A; y evaluar la eficacia de las soluciones de mantenimiento cuyo compuesto es: Polyquad (Solución A), Trimetropim (Solución B), Peróxido de hidrogeno (Solución C), Dymed (Solución D) y P.A.B.P (Solución E).

6.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la capacidad de proliferación del *Staphylococcus epidermidis* en la superficie de los diferentes materiales.
- Evaluar la capacidad antibacteriana de las soluciones multiuso, más comúnmente encontradas en el comercio de Bogotá sobre diferentes materiales de lentes blandos.
- Medir el efecto antimicrobiano de las soluciones de mantenimiento sobre las lentes de contacto contaminados con diferentes concentraciones del *Staphylococcus epidermidis*, en los tiempos estipulados en cada uno de los insertos de las soluciones.

7. MATERIALES Y METODOS

7.1 MATERIALES

7.1.1 Lentes de Contacto. Se utilizaron lentes de contacto de materiales como hidrogel e hidrogel silicona ya que estos son los más utilizados actualmente, además por su mayor cantidad de radicales hidrofílicos, que permiten que la lente sea más propensa a la contaminación por microorganismos.

Los tres materiales de hidrogel escogidos fueron: Alphafilcon A, Omafilcon A y Polymacon y dos de hidrogel Silicona: Balafilcon A y Lotrafilcon A. Estos materiales de lentes de contacto se escogieron basándose en el criterio de que son los más utilizados y comercializados por la población, además en el estudio se procuro que los lentes de contacto fueran del mismo espesor por ello todos los lentes fueron de -3.00.

Tabla 13. Lentes de contacto utilizados en la investigación.

MATERIAL		%CONTENIDO ACUOSO	CLASIFICACION FDA
HIDROGEL CONVENCIONAL	Alphafilcon A	66	II
	Omafilcon A	62	II
	Polymacon	38	I No iónico Bajo contenido acuoso
HIDROGEL SILICONA	Balafilcon A	36	III
	Lotrafilcon A	38	I No iónico bajo contenido acuoso

7.1.2 Soluciones de mantenimiento. Las soluciones de mantenimiento que se emplearon para el estudio fueron cinco: Solución A (Polyquad), Solución B (Trimetropin), Solución C (Peróxido de Hidrogeno), Solución D (Dymed), Solución E (P.A.P.B), como control se utilizo Peróxido de hidrogeno al 3.7%.

Las botellas utilizadas se encontraban nuevas (no abiertas) en las siguientes presentaciones: Solución A (355ml), Solución B (240ml), Solución C (120 ml), Solución D (355 ml), Solución E (360ml).

Tabla 14. Soluciones de mantenimiento para las lentes de contacto.

Nomenclatura de las Soluciones	Sustancia desinfectante
Solución A	Polyquad
Solución B	Trimetropin
Solución C	Peróxido de Hidrógeno
Solución D	Dymed
Solución E	P.A.P.B

El peróxido de hidrogeno al 3.7% será utilizado como control, ya que se conoce que presenta el mismo componente activo que la solución de mantenimiento C, la cual es reportada por la literatura como la mejor sustancia desinfectante para lentes de contacto blandos.

Cultivo de *S. epidermidis*

Para el estudio se utilizó la cepa ATCC 12228 de *Staphylococcus epidermidis*, donado por el Cepario de Bacteriología de la Pontificia Universidad Javeriana.

7.2 MÉTODOS

7.2.1 Estandarización del inóculo. Se llevó a cabo una evaluación preliminar para poder establecer que diluciones de la bacteria *S. epidermidis* realizadas a partir de una solución stock presentaban recuentos que en siembra en placa pudieran estar dentro de un rango 200– 400 UFC que es lo recomendado por la FDA, lo cual es un crecimiento favorable para el desarrollo del estudio.

La solución stock se preparó con solución salina al 0.85%, transfiriendo colonias de la bacteria crecidas previamente en Agar nutritivo a 37°C, con 24 horas de crecimiento, ésta solución se agitó con vórtex por unos segundos. El inóculo de la bacteria se estableció por el método de densidad óptica. Para esto se utilizó un espectrofotómetro, a una longitud de onda de 540 nm, y se leyó a un promedio de absorbancia de 0.150.

A partir de este inóculo se realizaron diluciones en base 10 hasta 10^{-10} ; y a partir de estas diluciones se hizo una siembra superficial de 0.1 ml por método masivo, en agar TSA. Este medio de cultivo fue seleccionado ya que dispone de todos los nutrientes necesarios para el crecimiento adecuado del microorganismo, además en los estudios realizados por la FDA para evaluar las soluciones de mantenimiento de lentes de contacto emplean placas de agar Trypticase Soya lo que nos permite confirmar que este es el medio adecuado para la realización del presente estudio.

Cada vez que se preparó el inóculo, al cultivo de 24 horas de la bacteria, se le realizó una prueba de pureza. La pureza se evaluó mediante coloración de Gram y la prueba de catalasa, antes de realizar cada inóculo durante todo el estudio. El mismo control de pureza fue realizado con cada una de las siembras realizadas a las diluciones.

Para cada uno de los objetivos se prepararon inóculos diferentes, realizados todos con la misma técnica inicial, todo esto con el fin de trabajar con un inóculo fresco.

7.2.2 Evaluación de la capacidad proliferativa de *S. epidermidis* sobre diferentes materiales de lentes de contacto. Se utilizaron 5 lentes de contacto, 1 de cada uno de los materiales a evaluar (Balafilcon A, Lotrafilcon A, Alphafilcon A, Omafilcon A y Polimacon), cada uno de los cuales fueron cortados en 4 fracciones (20 fracciones en total). Se utilizó uno por cada concentración (5×10^5 UFC/ml, 3×10^5 UFC/ml y 2×10^5 UFC/ml) y la fracción sobrante fue colocada en 1 tubo de eppendorf, con el fin de ser utilizada como control de esterilidad. Se agitó con vórtex cada suspensión y a cada tubo eppendorf se le agregó 1 ml de la suspensión de la bacteria de cada una de las concentraciones a evaluar. La cuarta fracción obtuvo un tratamiento diferente, se le adicionó 1 ml de solución salina estéril al 0.85% (Control de Esterilidad).

Se realizaron controles de cada concentración del inóculo, se tomaron 12 tubos eppendorf, en los tres primeros se adicionaron 1 ml de la suspensión de bacteria correspondiente 10^6 (5×10^5 UFC/ml), en otros tres tubos se adicionaron igualmente 1 ml de la suspensión de la bacteria correspondiente a 10^7 (3×10^5 UFC/ml) y a otros tres, también se les adicionó 1 ml de la concentración 10^8 (2×10^5 UFC/ml). En los últimos tres tubos se agregaron 1 ml de solución salina estéril al 0.85% del mismo lote de la que fue empleada

para preparar la solución stock y las diluciones para control de esterilidad. Como la capacidad proliferativa se evaluara en tres tiempos 0, 24 y 48 h, por cada tiempo se tendrá un control de inóculo, el cual fue sembrado en superficie en Agar TSA.

En el estudio a todas las fracciones de lentes tratadas con las concentraciones de *S. epidermidis* y con solución salina, se les evaluó la capacidad próliferativa en tres tiempos 0, 24 y 48 horas, todos estos ensayos fueron incubados a temperatura ambiente ya que esta es la temperatura en la que se encuentran normalmente los lente de contacto antes de ser utilizados por el usuario o durante el proceso de limpieza. Las fracciones de lentes presentes en cada tubo inoculadas con la bacteria y los controles, se evaluaron por el método de recuento en placa. Para esto se agitaron cada uno de los tubos y se transfirió un volumen de 100 µl que fue sembrado en superficie en el medio agar tripticasa soya (TSA), la muestra se extendió con rastrillos de vidrio estériles y posteriormente las cajas de petri fueron incubadas a 37°C y se les realizaron recuentos a las 24 y 48 horas. Todo fue sembrado en cajas de petri por duplicado con el fin de poder bóxer va reciprocidad en las siembras realizadas.

El tiempo 0 (cero) fue sembrado inmediatamente después de colocar cada una de las concentraciones de bacteria, y el tiempo de 24 horas, después de estar en contacto la fracción de lente con *S. epidermidis* y los respectivos controles durante este periodo de tiempo. El mismo procedimiento se realizo para el tiempo de contacto de 48 horas, transcurridos estos tiempos de infección de los lentes se realizo la siembra en placa. El procedimiento fue el mismo para cada material de estudio.

Después de que se cumplió el tiempo de 48 horas cada una de las fracciones (20) de lentes, se extrajeron de forma aséptica y fueron colocadas sobre una

caja de petri con agar TSA. Estas cajas también se incubaron a 37°C y se les evaluó el crecimiento a las 24 y 48 horas.

7.2.3 Evaluación del efecto antimicrobiano de las soluciones de mantenimiento sobre *S. epidermidis*. Para evaluar el efecto bactericida o bacteriostático de las soluciones de mantenimiento frente a *S. epidermidis* se utilizaron la concentración 3×10^5 . Para preparar esta concentración se utilizó la bacteria con 32 horas de crecimiento.

Se utilizaron 5 tubos de ensayo para cada solución: Solución A (Polyquad), Solución B (Trimetropin), Solución C (Peróxido de Hidrogeno), Solución D (Dymed), Solución E (P.A.P.B), como control se utilizo Peróxido de hidrogeno al 3.7%, 30 en total y se realizo este procedimiento por triplicado (90) además todo fue sembrado por triplicado al tiempo 0 y después de la desinfección completa (4 ó 6 horas de acuerdo a las recomendaciones de la casa comercial de cada solución).

Se coloco en la primera serie de 5 tubos, 100 µl de la suspensión de bacteria 3×10^5 UFC/ ml, en la segunda 200 µl de la concentración 3×10^5 UFC/ ml y en la tercera 300 µl de la concentración 3×10^5 UFC/ ml, después se agrego a la primera serie 900 µl de solución de mantenimiento, a la segunda 800 µl y a la tercera 700 µl. Este procedimiento se repitió para cada una de las 6 soluciones a evaluar. En este caso se utilizo el peróxido de hidrogeno al 3.7% como control positivo. En la cuarta serie se añadió 1 ml del peróxido de hidrogeno y a la quinta serie 1 ml del la concentración 10^6 (5×10^5 UFC/ml), como controles.

Inmediatamente, después de terminar con todas las soluciones se realizo la siembra en placa en la superficie del agar nutritivo para evaluar el tiempo 0 (cero). Todo sembrado por triplicado, para ello se tomó 100 µl de cada tubo y

se extendieron con rastrillos de vidrio estériles. Se incubaron las cajas a 37°C y se realizaron lecturas a las 24 y 48 horas.

Este mismo procedimiento se realizara después de pasado el tiempo de desinfección: estimado por la casa comercial; 4 horas para: Solución D (Dymed), Solución E (P.A.P.B) y 6 horas para: Solución A (Polyquad), Solución B (Trimetropin), Solución C (Peróxido de Hidrogeno), como control se utilizo Peróxido de hidrogeno al 3.7%.

7.2.4 Determinación de la eficacia antimicrobiana de las soluciones de mantenimiento sobre lentes de contacto blandos contaminados con *S. epidermidis*. En este estudio se busco evaluar el efecto bactericida de las diferentes soluciones de mantenimiento frente a lentes de contacto contaminados con *S. epidermidis*, para ello se establecieron tres tiempos de infección con *S. epidermidis* en los lentes, estos tiempos de infección fueron de 1 hora, 24 horas y 48 horas, transcurrido este tiempo de contacto e infección, se dejo actuar cada una de las soluciones de mantenimiento por el tiempo establecido según la casa comercial (4 ó 6 horas). Para llegar a este propósito se siguió la metodología descrita a continuación.

Se tomaron 4 lentes de contacto de cada material a evaluar (Balafilcon A, Lotrafilcon A, Alphafilcon A, Omafilcon A, y Polimacon), cada uno de los cuales fue cortado en 6 fracciones (24 fracciones en total por material).

Cada una de estas fracciones fue colocada en tubos eppendorf, y se colocó en cada uno, un volumen de 1 ml de la concentración de la bacteria correspondiente a 10^6 (5×10^5 UFC/ml).

Se utilizaron 22 fracciones por material, cada una se colocó en un tubo eppendorf y fueron dispuestas así: 8 para evaluar el tiempo de infección de 1

hora, 7 para evaluar el tiempo de infección de 24 horas y 7 para evaluar el tiempo de infección de 48 horas.

Las fracciones se trataron de la siguiente forma: para el tiempo de infección de 1h, se utilizaron 6 fracciones de lentes para evaluar cada uno de los desinfectantes (Solución A (Polyquad), Solución B (Trimetropin), Solución C (Peróxido de Hidrogeno), Solución D (Dymed), Solución E (P.A.P.B), como control se utilizo Peróxido de hidrogeno al 3.7%), 1 fracción para verificar crecimiento de la bacteria y 1 fracción para evaluar la solución salina.

Para el tiempo de infección de 24 horas: 6 fracciones para evaluar los desinfectantes y 1 fracción para el control con la bacteria, además se colocó otro tubo con 1 ml de la bacteria.

Para el tiempo de 48 horas: se utilizaron 6 fracciones para evaluar los desinfectantes, 1 fracción para control de viabilidad de la bacteria y otro tubo con la bacteria sola (sin fracción de lente). Este procedimiento se realizó para los 5 materiales.

Aparte se utilizaron otros 18 tubos eppendorf en donde se colocaron 1 ml de cada solución desinfectante para cada uno de los tiempos (6 por tiempo), para tener control de la solución. Y también se tomaron 9 tubos eppendorf para evaluar la esterilidad de la solución salina, 3 tubos por cada tiempo de evaluación.

Después de que los lentes estuvieron en contacto con la bacteria *S. epidermidis* por el tiempo establecido: 1 hora, 24 horas y 48 horas, siendo estos incubados a temperatura ambiente, se extrajo la fracción del lente con pinzas estériles y se traslado a otro tubo de ensayo en donde se adiciono

800 µl de la solución de mantenimiento y se dejó actuar por el tiempo indicado de 4 horas y 6 horas según la casa comercial.

Se agregó 800 µl de la solución de mantenimiento debido a que según las recomendaciones de la casa comercial a los lentes en el estuche se les debe adicionar la cantidad de solución de mantenimiento que cubra el lente de contacto para cumplir con el proceso de desinfección y almacenamiento; acá por tratarse de fracciones, siendo la sexta parte del lente, este volumen de 800 µl cubría la totalidad de la fracción en el tubo eppendorf.

Después de la desinfección de los lentes para cada uno de los tiempos de infección evaluados, se tomaron 100 µl y se sembraron en la superficie del agar TSA, por duplicado y luego la fracción de lente se extrajo con pinzas estériles y se colocó en el centro de una caja con agar TSA, este proceso se repitió por cada tratamiento, para cada uno de los 5 materiales con las 6 soluciones. Las cajas se incubaron a 37°C y se realizaron lecturas a las 24 y 48 horas.

8. DISEÑO EXPERIMENTAL

Figura 4. Evaluación de la capacidad próliferativa de *Staphylococcus epidermidis* en lentes de contacto de diferentes materiales, (Balafilcon A, Lotrafilcon A, Alphafilcon A, Omafilcon A y Polimacon).

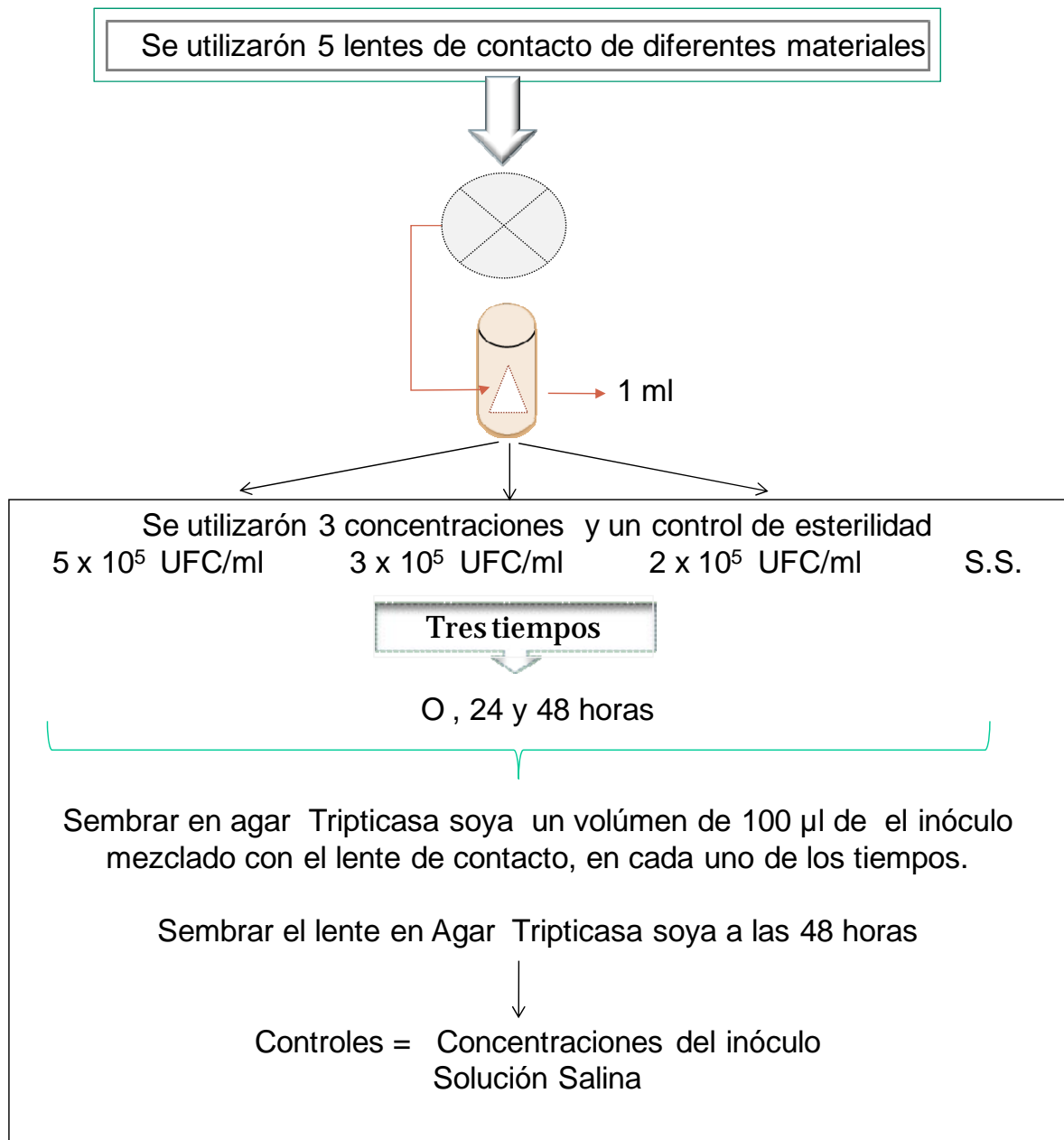
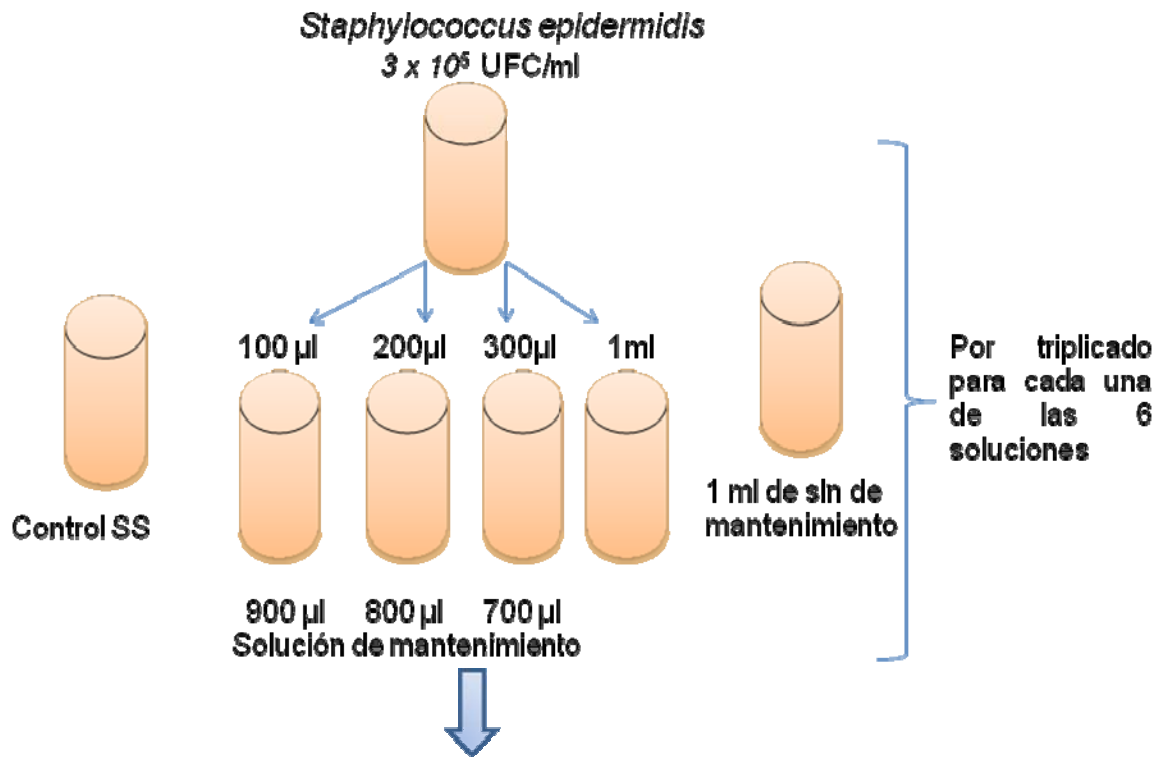
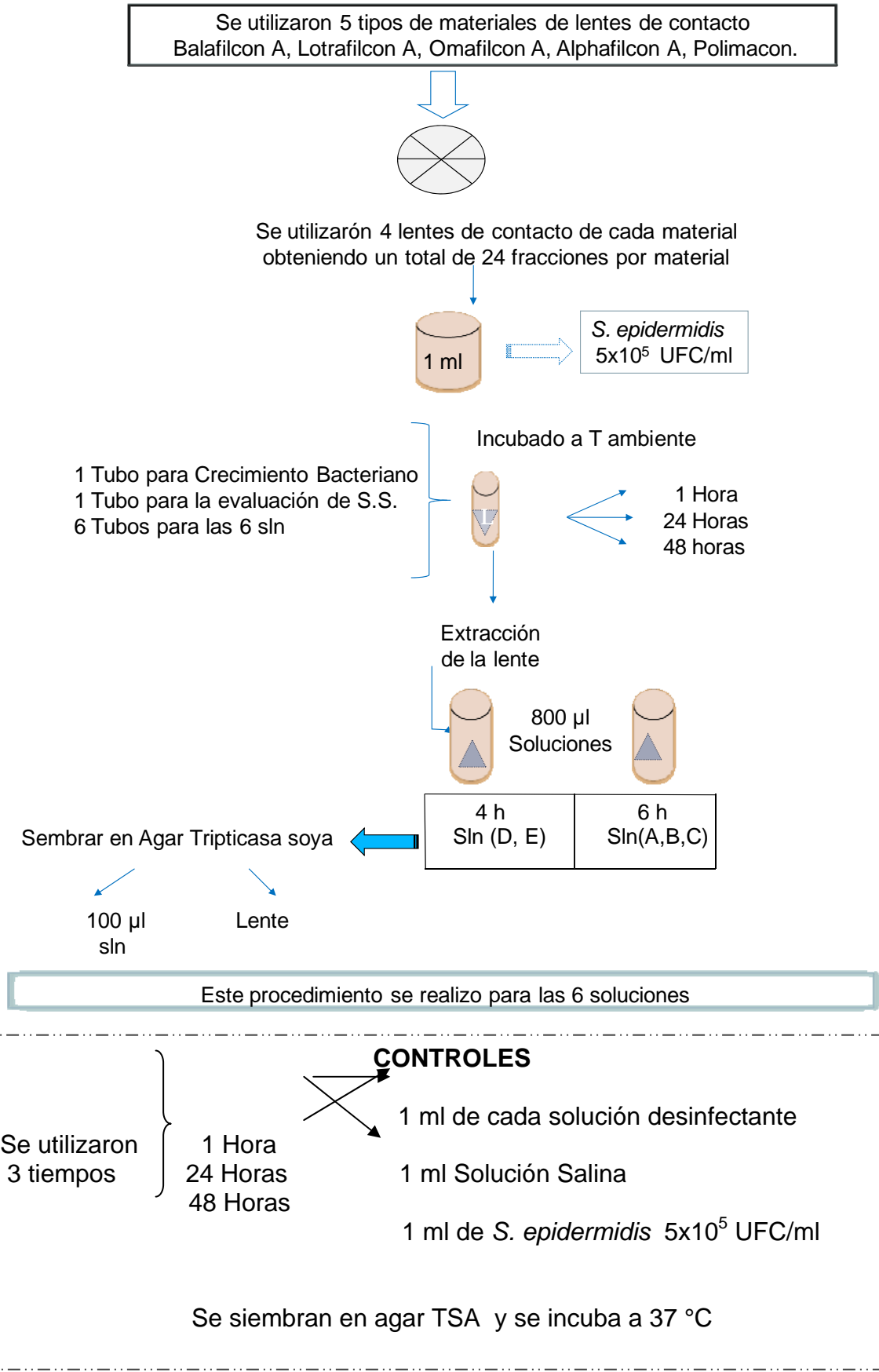


Figura 5. Evaluación del efecto antimicrobiano de las soluciones de mantenimiento sobre *Staphylococcus epidermidis*



Siembra en placa en agar nutritivo al tiempo cero (0) y después del proceso de desinfección según lo indique cada casa comercial para las soluciones (4 o 6 Horas)

Figura 6. Evaluación de la efectividad de las soluciones en lentes infectados.



9. RESULTADOS

Determinación la capacidad de proliferación del *Staphylococcus epidermidis* en la superficie de los diferentes materiales.

En este primer objetivo se buscaba identificar que capacidad de proliferación tenía la bacteria siendo inoculada en diferentes materiales de lentes de contacto ya que cada uno de los lentes tienen una composición química diferente que puede llegar a favorecer la proliferación de la bacteria *S. epidermidis*.

Se trabajaron tres concentraciones diferentes de la bacteria 5×10^5 UFC/ml, 3×10^5 UFC/ml, 2×10^5 UFC/ml, los controles de cada concentración permitieron crecimiento del microorganismo. Para el ensayo se utilizó como control de esterilidad solución salina (utilizada en la emulsión de la bacteria), la cual no presentó crecimiento alguno de gérmenes lo que indica que el crecimiento del microorganismo *S. epidermidis* en cada uno de los lentes de contacto es puro.

S. epidermidis creció en todas las fracciones de lentes de contacto contaminadas con tres diferentes concentraciones, aunque se evidencia un menor crecimiento en el material Balafilcon A y Lotrafilcon A (siendo mucho menor en el segundo) los cuales son de hidrogel silicona.

Concentracion	Alphafilcon			Balafilcon	Lotrafilcon	Control
	A	Omafilcon A	Polymacon	A	A	
5 × 10 ⁵ UFC/ml	10000 UFC/ml	10000 UFC/ml	10000 UFC/ml	10000 UFC/ml	550 UFC/ml	510 UFC/ml
3×10 ⁵ UFC/ml	1000 UFC/ml	1000 UFC/ml	1000 UFC/ml	1000 UFC/ml	447 UFC/ml	504 UFC/ml
2×10 ⁵ UFC/ml	594 UFC/ml	697 UFC/ml	430 UFC/ml	636 UFC/ml	295 UFC/ml	207 UFC/ml
Solucion Salina	0 UFC/ml	0 UFC/ml	0 UFC/ml	0 UFC/ml	0 UFC/ml	0 UFC/ml

Tabla 15. Evaluación de la proliferación de *S. epidermidis* en diferentes materiales de contacto.

La evaluación de crecimiento por parte de la bacteria en los lentes se muestra en la figura 7.

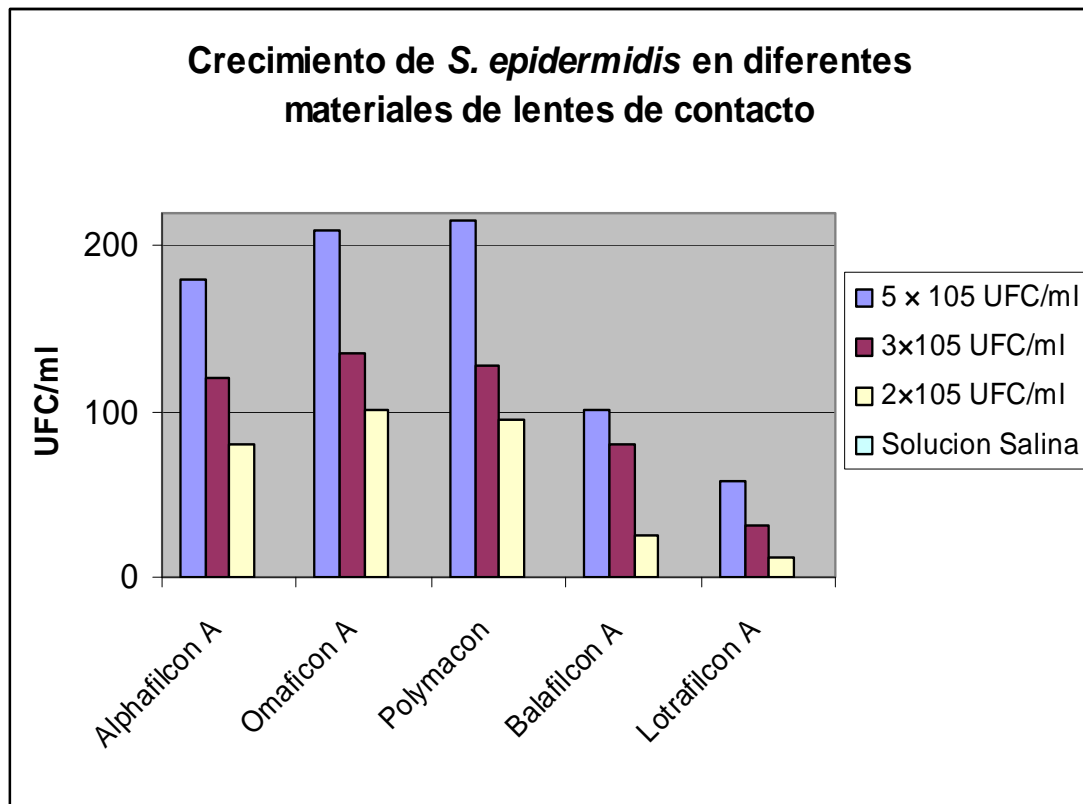


Figura 7. Evaluación de la proliferación de *S. epidermidis* en diferentes materiales de contacto.

Con respecto a la siembra de la suspensión en la que se encontraba el lente; los cinco materiales de lentes permitieron la proliferación del microorganismo por encima de los valores de crecimiento de los controles. Se observa un crecimiento similar para los materiales Alphafilcòn A, Omafilcòn A, Balafilcòn A y Polimacon, y menor para Lotrafilcòn en las tres concentraciones.

Los resultados de crecimiento de *S. epidermidis* en suspensión se expone en la grafica 8.

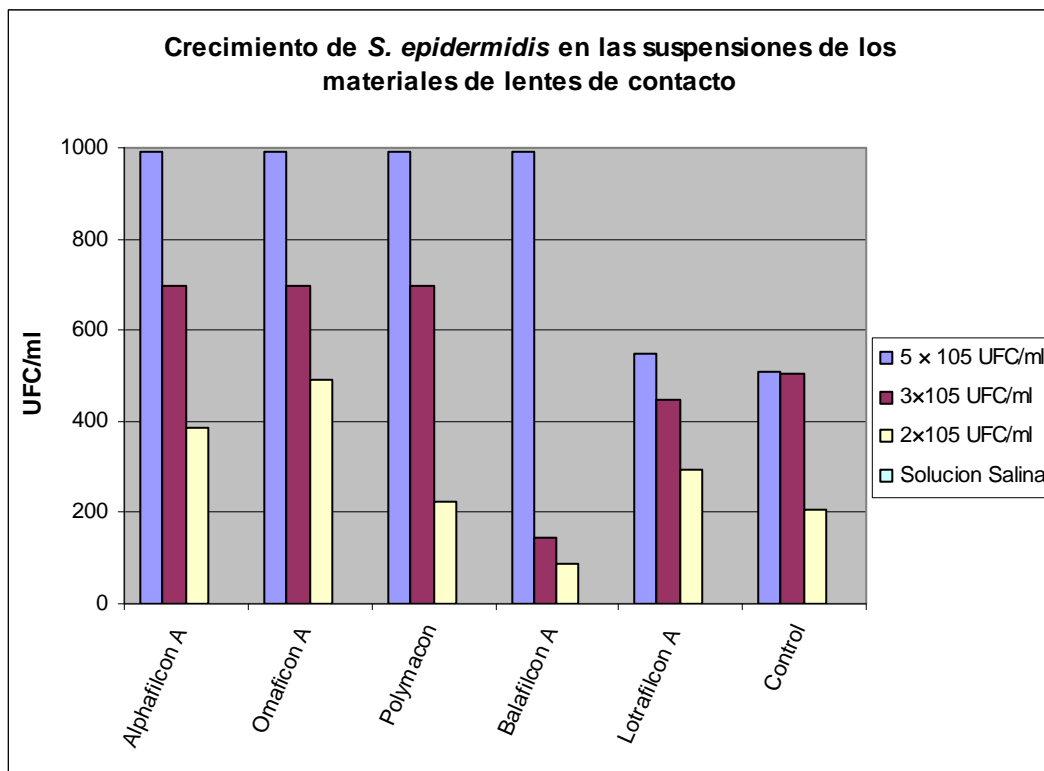


Figura 8. Crecimiento de *S. epidermidis* en las suspensiones de los materiales de los lentes de contacto.

Evaluación del efecto antimicrobiano de las soluciones de mantenimiento sobre *S. epidermidis*

En este objetivo la finalidad era observar que tan efectiva es cada una de las soluciones utilizadas en el estudio, que capacidad tienen de inhibir el crecimiento de la bacteria en una concentración de 3×10^5 UFC/ml, en tres tiempos estimados, tiempo cero y según la casa comercial de cada una de las soluciones a utilizar.

De las 6 soluciones de limpieza utilizadas fueron efectivas 5 en un 100% contra *S. epidermidis* ya que lograron inhibir su crecimiento en solución, la única solución que no logro un efecto bactericida por completo fue la solución B cuyo componente es el trimetropin.

Tabla 16. Porcentaje de eliminación de las soluciones multiuso, cuyo efecto ocurre a las 6 H.

Concentración de bacteria	SOLUCION A			SOLUCION B			SOLUCION C			PEROXIDO		
	[100]	[200]	[300]	[100]	[200]	[300]	[100]	[200]	[300]	[100]	[200]	[300]
0 HORAS	100%	100%	100%	95%	90%	82%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
6 HORAS	100%	100%	100%	100%	93%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabla 17. Porcentaje de eliminación de las soluciones multiuso, cuyo efecto ocurre a las 4 H.

CONCENTRACIÓN BACTERIA	SOLUCION D			SOLUCION E		
	[100]	[200]	[300]	[100]	[200]	[300]
0 HORAS	100%	100%	100%	100%	100%	100%
4 HORAS	100%	100%	100%	100%	100%	100%

En la figura 9 se observan los datos de porcentaje de eliminación.

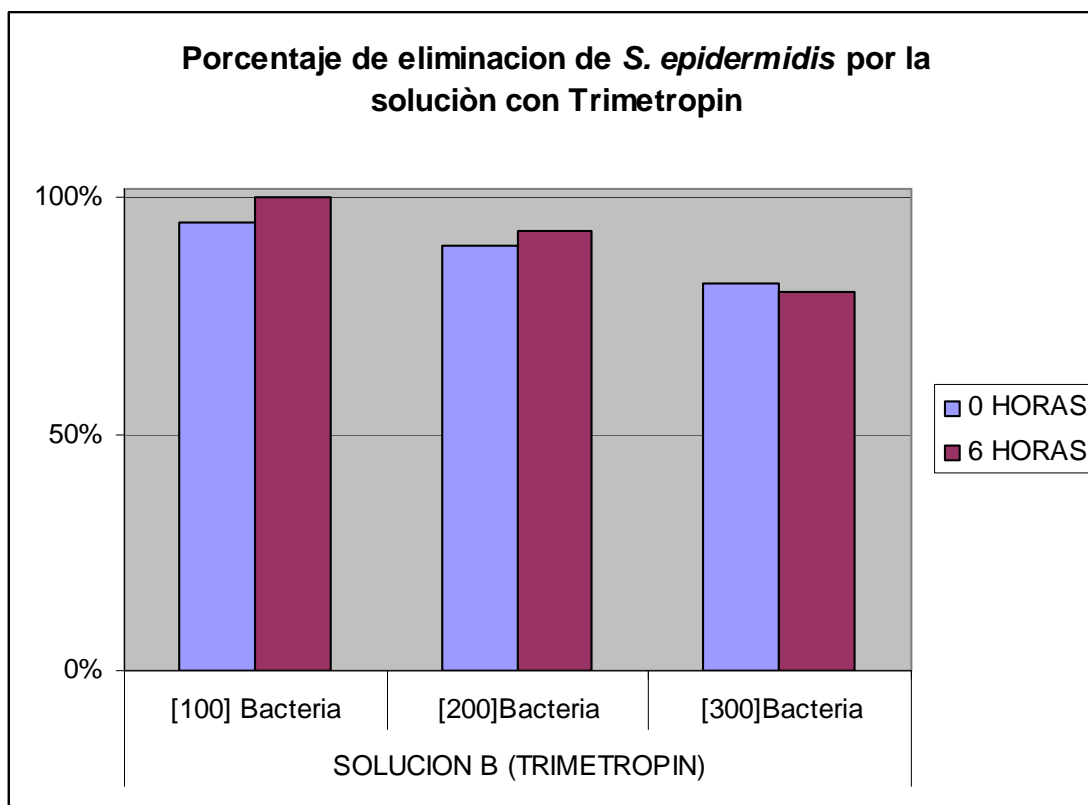


Figura 9. Evaluación de la solución de mantenimiento con componente Trimetropin.

Los controles utilizados, siembra de las 5 soluciones utilizadas y siembra de la solución salina utilizada en la emulsión de la bacteria no tuvieron crecimiento alguno del microorganismo, lo que indica que el estudio fue realizado en las condiciones adecuadas. También se utilizó como control de la eliminación de la bacteria el Peróxido de hidrógeno el cual tiene una eficacia de eliminación del microorganismo de un 100%.

Determinación de la eficacia antimicrobiana de las soluciones de mantenimiento sobre lentes de contacto blandos contaminados con *S. epidermidis*

Se evaluó la eficacia de cada uno de los diferentes materiales de lentes de contacto blando infectados con la bacteria *S. epidermidis* y puestos en contacto con las 5 diferentes soluciones de mantenimiento teniendo en cuenta tres tiempos diferentes, se pudo determinar el tiempo que tarda la solución multipropósito en desinfectar el lente de contacto.

De las 5 soluciones utilizadas 4 fueron capaces de desinfectar en un 100% el lente infectado por *S. epidermidis*.

La eficacia de desinfección del Trimetropin (solución B) es menor del 100% y además cambia según el material de lente de contacto y la hora de evaluación.

Se utilizó peróxido de Hidrogeno como control, el cual eliminó el 100% del microorganismo presente en los diferentes materiales de lentes de contacto.

En la figura 10 y Tabla se puede observar, esta información:

Tabla 18. Evaluación de la eficacia de desinfección de La solución B en diferentes materiales de lentes de contacto infectados con *S. epidermidis*.

Tiempo de contacto (Horas)	SOLUCION B				
	Alphafilcon A	Omafilcon A	Polymacon	Balafilcon A	Lotrafilcon A
1Hora	91%	92%	94%	9%	97%
24 Horas	80%	94%	92%	96%	95%
48 Horas	77%	93%	91%	97%	94%

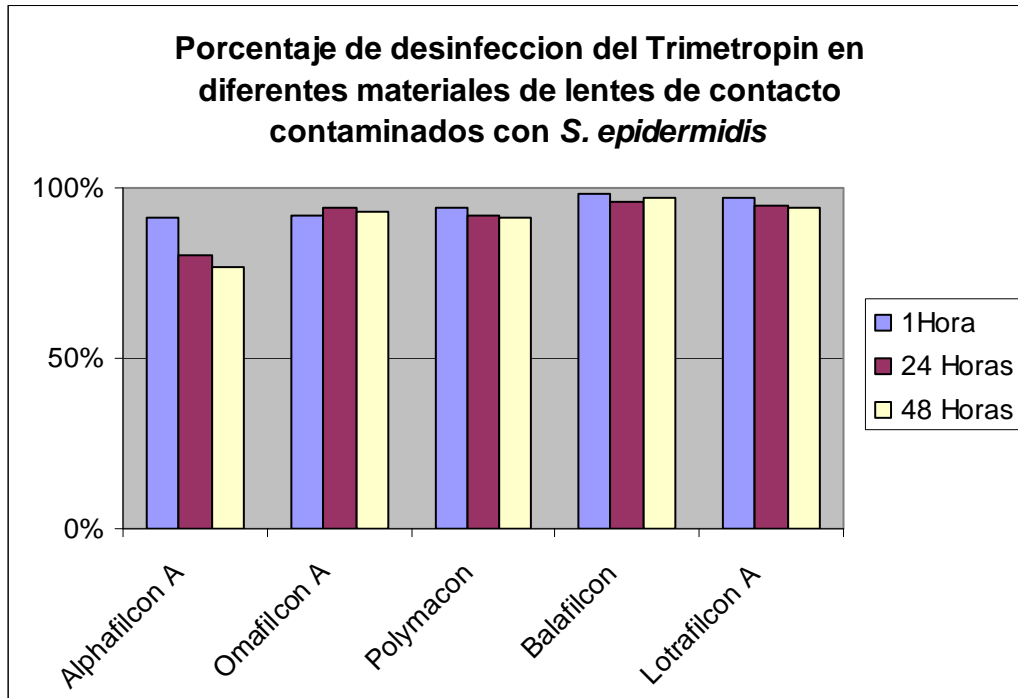


Figura 10. Evaluación de la eficacia de desinfección de la solución con trimetropin en diferentes materiales de lentes de contacto infectados con *S. epidermidis*.

10. DISCUSION

Evaluación de la capacidad proliferativa de *S. epidermidis* sobre diferentes materiales de lentes de contacto.

En los últimos años se ha popularizado notablemente el empleo de lentes de contacto, fundamentalmente las lentes blandas empleadas en un 89% de los casos. Las lentes blandas están fabricadas con una combinación de diversos polímeros (hidrogeles) con contenidos variables de agua que oscilan entre el 35% y el 80%. Estos polímeros poseen propiedades físicas, químicas y estructurales diferentes, de forma que dotan a la lente de características especiales tales como hidratación, porosidad, transmisibilidad al oxígeno, humidificación de la superficie, durabilidad, entre otras. (Sáenz M.^aC¹ y colaboradores).

Los lentes de contacto con el uso y el paso del tiempo se van deteriorando poco a poco, van acumulando depósitos y suciedad, lo que aumenta el riesgo de problemas y complicaciones oculares. Giese y Weissman informan que los casos de infecciones corneales incrementaron con la evolución de los lentes de contacto, claro está que esto es más probable cuando el uso de los lentes de contacto es extendido y no se lleva a cabo una buena limpieza.

Muchas de las bacterias que colonizan la conjuntiva y que constituyen la flora habitual de esta región anatómica pueden llegar a la córnea tras un pequeño trauma en el epitelio corneal. Así las lentes de contacto en general, pero especialmente las blandas son un factor predisponente para las úlceras corneales. *Pseudomonas aeruginosa* es el patógeno más habitual en úlceras provocadas por lentes de contacto, pero desde hace algún tiempo se ha observado un incremento en la incidencia de queratitis debidas a otros

microorganismos como los estafilococos coagulasa negativos (Hart D, Reindely colaboradores), donde se incluye *Staphylococcus epidermidis*.

Numerosos estudios demuestran que las bacterias poseen diversos mecanismos para adherirse e invadir los lentes de contacto y por lo tanto la cornea. *S. epidermidis* es una bacteria con capacidad de adherirse y acumularse en la superficie inerte de lentes de contacto, hecho que facilita la colonización y la infección (Gabrie MM, y colaboradores).

Ya que *S. epidermidis* es uno de los microorganismos más involucrados en adherencia y colonización de implementos médicos entre los que se encuentran material médico o los lentes de contacto, se quiso estudiar su adherencia "in vitro" sobre diversos materiales de lentes de contacto blandas, para intentar relacionar adherencia con patogenicidad y ver con que está relacionada esa adherencia.

En este objetivo se pudo evidenciar que los materiales de lente de contacto Alfilcon, Polimacon, Omafilcon y Balafilcon presentaron una alta proliferación de la bacteria *S. epidermidis* estos materiales son de hidrogel silicona e hidrogel convencional cada uno con contenido acuoso diferente, pero mayor al contenido acuoso del material Lotrafilcon el cual presenta una proliferación menor a 100 UFC/ml, evidentemente mucho menor que la de los otros cuatro materiales. Es importante destacar que de los cinco materiales utilizados el Lotrafilcon es el que tiene menor porcentaje acuoso (24% de hidratación), lo que puede indicar que el porcentaje acuoso del lente es directamente proporcional a la proliferación de la bacteria, lo cual favorece la adhesión a los macromeros de siloxano. *S. epidermidis* es un microorganismo hidrofóbico y de hecho esa alta hidrofobicidad es la que le permite una adhesión mucho más fuerte a los polímeros del biomaterial, esta adhesión es mediada por la interacción de proteínas (SSP-1, SSP-2, Bhp) y

polisacáridos (PS/A) de la pared celular. También puede darse la adhesión al lente debido a que las moléculas hidrofóbicas de la superficie de la bacteria pueden facilitar la aproximación del organismo a la superficie de un lente cargado negativamente. Dado esto, es posible que la colonización de *S. epidermidis* en los lentes de contacto no esté mediada solamente por el porcentaje de hidratación, ya que cada uno de los lentes que colonizó el *S. epidermidis* en gran proporción de UFC/ml presenta un porcentaje de hidratación distinto, además de encontrarse algunos en diferentes grupos de clasificación según la FDA.

Por otra parte es importante tener en cuenta que la ionicidad podría ser un factor importante en la proliferación del microorganismo. Los materiales iónicos (polares) debido a que tienen sus terminaciones polares hacia fuera tienen mayor afinidad para atraer partículas extrañas y son más susceptibles a sufrir daños debido a la facilidad que ofrece para la acumulación de depósitos de proteínas y otras sustancias dañinas para el lente. Cualquier partícula cargada positivamente, como la lisozima, puede ser atraída a sitios con carga negativa en el material iónico. (Fonn.2001)

Por lo tanto era de esperarse que el único material iónico en el estudio, Balafilcon A presenta un alto crecimiento del microorganismo lo cual nos da a entender que la combinación de la ionicidad y probablemente la baja hidratación del material hayan favorecido la proliferación del microorganismo en este material.

Si continuamos teniendo en cuenta la ionicidad o la no ionicidad de los materiales nos daríamos cuenta que los materiales no iónicos que son Polymacon, Omafalcon A, Alfafilcon A , presentaron también un alto crecimiento del microorganismo, lo cual no sería coherente con lo que da a conocer la literatura ya que los materiales no iónicos tienen sitios cargados

dentro de la matriz polimerica con cargas internas al polimero y no presentan terminales polares hacia fuera, sin ninguna carga neta superficial, permitiendo una menor adhesión de depósitos (Fonn.2001); es probable que el crecimiento del microorganismo haya sido por la capacidad de producción de Biofilm que tiene el *S. epidermidis* , según Mclaughlin-Borlace y colaboradores, el Biofilm favorece la colonización y proliferación del microorganismo y ningún microorganismo adherido al lente de contacto podrá ser fácilmente removido durante la limpieza.

Un Biofilm ha sido definido como un consorcio funcional de microorganismos, organizado en interfaces, dentro de matrices de exopolimeros. (Mclaughlin-Borlace y colaboradores). Una definición un poco compleja, el biofilm es simplemente una población de células que crecen unidas a una superficie envueltas en una matriz de exopolisacaridos, la formación de este biofilm se lleva a cabo cuando las adhesinas de la bacteria que radican en residuos de ácido lipoteicoico se unen al único receptor claramente involucrado el cual es la glucoproteína fibronectina, cuando ocurre esta unión se produce el Biofilm. Las bacterias quedan sumergidas en el interior y constituyen microcolonias, organizadas en una biocapa que las protege de la acción de los antimicrobianos y de los mecanismos de defensa del huésped, además de ayudar en la adhesión a los lentes de contacto. (Mattar Velilla, Salim, 2003)

Por otra parte el material Lotrafilcon que es un material no iónico nos estaría favoreciendo la teoría de que los materiales no iónicos al no tener sus cargas expuestas permiten una menor adhesión de depósitos ya que este fue el material que menor crecimiento presentó.

En general la adherencia o crecimiento bacteriano fue mayor en los lentes de contacto con un alto contenido de hidratación a pesar de ser el *S. epidermidis* un microorganismo hidrofobico, en cuanto a la ionicidad el

lotrafilco fue el unico material que presento una menor proliferación ya que es un material no iónico y bajo en contenido de agua. Los resultados obtenidos por otros autores son variables. Fleiszig señala que la adhesión de *S. epidermidis* a lentes de contacto no depende únicamente de las propiedades de cada material, sino que intervienen otros factores. En su estudio se observa colonización de *S. epidermidis* en los lentes de contacto recién extraídos de su empaque que se supone es estéril y tras lavado de los mismos. En lentes recién extraídos de su empaque la adherencia del microorganismo era significativamente mayor en Polimacón (en solución salina balanceada con 0,1% de alcohol polivinílico) que en Etafilcón A (en solución salina con borato). Sin embargo, tras lavado completo de los lentes la adhesión de *S. epidermidis* a Polimacón resultó ser significativamente menor. Posiblemente el alcohol polivinílico podría favorecer la adhesión bacteriana. Estos resultados indican que el número de bacterias patógenas transportadas por el lente de contacto, podrían disminuir con una selección adecuada de la solución en la que viene envasado el lente.

El crecimiento del microorganismo en la suspensión de los cinco materiales de lentes estuvo por encima de los valores de crecimiento de los controles, lo que indica que el material favoreció el crecimiento de la bacteria la cual aprovecho los beneficios que le ofrecía el material del lente de contacto favoreciendo de esta manera su viabilidad durante este primer objetivo.

Gopinathan estudió "in vivo" la contaminación de lentes de contacto de hidrogel de alta y baja hidratación y no halló diferencias significativas. Los mayores contaminantes de las lentes estudiadas eran estafilococos coagulasa negativa y en su investigación comprobó que el tipo de material, el contenido en agua y la carga iónica no parecían tener influencia en la proliferación bacteriana.

La influencia del material en la contaminación bacteriana no es clara lo que lleva a considerar otros factores que favorecen la adhesividad de las cepas de *S. epidermidis*: los iones como el calcio o el magnesio la aumentan y el EDTA (quelante del calcio), la reduce. A su vez, valores de pH entre 5 y 6 reducen la colonización bacteriana y valores próximos a 8 la aumentan. Los salicilatos y otros anti-inflamatorios no esteroideos (AINEs) interfieren con la adhesión bacteriana a polímeros de empleo médico. (Sáenz M.^aC¹ y colaboradores)

Evaluación del efecto antimicrobiano de las soluciones de mantenimiento sobre *S. epidermidis*

Desde el descubrimiento de las lentes de contacto, se hizo necesario el uso de las soluciones de mantenimiento que progresivamente se han ido haciendo más sofisticadas según se introducían nuevos polímeros y nuevas formas de uso. La finalidad de ese mantenimiento es: conservar la LC en buen estado, desinfectarla y acondicionarla para su uso. (Duran. 2004)

Las soluciones de limpieza utilizadas en esta prueba son denominadas soluciones Multi-propósito ya que realizan las funciones de varios componentes, por lo que reducen el número actual de soluciones requeridas, estas soluciones combinan limpieza, enjuague y desinfección.

Es importante conocer qué capacidad tiene cada una de las soluciones estudiadas de producir una buena limpieza y desinfección del lente. Es por esto que en este objetivo se busco poner en contacto una emulsión de la bacteria en solución salina y la solución multipropósito, dando como resultado que cuatro de las cinco soluciones utilizadas tuvieron un porcentaje de eficacia del 100% en los tiempos estipulados en cada uno de los insertos de las soluciones ; las soluciones eficaces fueron la solución A, C, D y E ,

cada una de estas soluciones tiene una sustancia desinfectante diferente y modo de acción distinto, por ejemplo la solución E utiliza la sustancia desinfectante P.A.P.B la cual se adhiere selectivamente a la pared celular de los fosfolípidos cargados negativamente causando daño a la membrana, produciendo la salida del contenido celular, conllevando por lo tanto a la muerte celular.(Atkins y Allsopp.1996) .La solución D tiene como sustancia desinfectante el DYMED el cual tiene el mismo principio de desinfección que el P.A.P.B.

La solución C tiene como desinfectante el peróxido de hidrogeno que se encuentra al 3% para evitar un daño en la cornea. Este peróxido de hidrogeno produce radicales libres de oxigeno los cuales son muy reactivos y rápidamente se adhieren a muchos componentes celulares, logrando de esta manera eliminar gran cantidad de microorganismos en corto tiempo. El peróxido de hidrógeno ofrece un poder de limpieza de triple acción mediante oxidación, efervescencia y desplazamiento iónico. (Duran.2004) Es importante tener en cuenta que el peróxido de hidrógeno de la solución C se neutraliza durante las seis horas del proceso de inmersión, de modo que la solución resultante es una solución salina estéril sin conservantes similar a las lágrimas naturales.

La solución A utiliza como desinfectante POLYQUAD que es un compuesto de amonio cuaternario, el cual tiene efecto antimicrobiano (Rosenthal 2002), además no penetra fácilmente a los materiales del lente por su alto peso molecular, disminuyendo la reacción ocular, este compuesto lo que hace es aumentar el pH del medio, aumentando la eficacia antimicrobiana, además de lo anterior la solución A contribuye a la retención de humedad y previene los depósitos de proteínas. La poderosa combinación de citrato, tetronic® 1304 * y AMP-95* permite que los lentes se limpien y desinfecten en el mismo portalentes. (www.farmaciaencasaonline.es)

El Citrato atrae las proteínas de los lentes y las elimina. Tetronic® 1304 elimina la suciedad, los lípidos y los restos orgánicos y AMP-95 repele las proteínas y cubre la lente para prevenir los depósitos de las mismas.

Por otra parte la única solución que presentó crecimiento aunque no significativo fue la solución B, la cual utiliza el Trimetropin, que es un antimicrobiano, a pesar de esto no fue 100% efectivo lo que nos indica que su efecto no fue bactericida sino bacteriostático, del trimetropin en las soluciones de mantenimiento se tienen pocos reportes.

Según Cano en 1999 y Borazjani en el 2001 ninguna de las soluciones multiuso evaluadas en sus estudios fue completamente exitosa en la eliminación de los microorganismos, los pacientes debieron seguir las instrucciones del cuidado de los lentes incluyendo la limpieza y enjuague de los lentes de contacto. Es la combinación de la limpieza, enjuague y capacidad de desinfección de cada solución lo que determina la actividad antimicrobiana.

Determinación de la eficacia antimicrobiana de las soluciones de mantenimiento sobre lentes de contacto blandos contaminados con *S. epidermidis*

Antes de la comercialización de una solución para lentes de contacto, se evalúa la actividad antimicrobiana del producto por la ISO 14729. Únicamente la actividad antimicrobiana del producto es evaluada, es decir, sin la presencia de lentes y/o partículas extrañas (depósitos). Si el producto reúne el criterio primario de evaluación, este puede ser comercializado como un desinfectante para lentes de contacto, sin pruebas adicionales. El estándar asume que si el producto reúne este criterio riguroso, este podría ser capaz de reunir los requerimientos del régimen. El régimen ayuda en el

desarrollo de las instrucciones de la etiqueta y es usado para evaluar la efectividad de los sistemas de desinfección, donde todos los pasos en el régimen son empleados en unión con las instrucciones de la etiqueta para desinfección. Si las instrucciones son agregadas la contaminación microbiana puede ser minimizada, no obstante, muchos consumidores no obedecen las instrucciones de la etiqueta y algunas veces la contaminación es el resultado (Rosenthal *et al* 2002).

Según los resultados del ensayo realizado de las cinco soluciones de limpieza utilizadas la única que no tuvo un efecto bactericida del 100% fue La solución B posiblemente por lo ya mencionado en el anterior objetivo, pero es importante destacar que aunque la desinfección no fue del 100%, si presenta un porcentaje alto de desinfección lo cual no la hace menos funcional. En todos los tiempos que la solución fue evaluada sobre el lente de contacto se observa un alto grado de desinfección lo que nos haría pensar que desde el mismo momento en que la solución entra en contacto con el lente contaminado, comienza su proceso de desinfección el cual es completo aun después de pasar cuatro o seis horas de acuerdo a lo determinado por la casa comercial. Como ya se explico anteriormente los lentes contaminados después de ser puestos en contacto con la solución de mantenimiento de acuerdo a lo establecido por cada producto fueron sembrados o mejor puestos en contacto en agar tripticasa soya para poder observar de esta manera si la solución fue eficiente , las cajas fueron observadas a las 24 horas y 48 horas , dando como resultado que en los tres tiempos evaluados las fracciones de lentes contaminadas con *S. epidermidis* y puestas en contacto con las soluciones A, C, D y E , no presentaron ningún tipo de crecimiento lo que corrobora lo dicho al inicio de esta discusión; pero también fue evidente que los lentes emulsionados en la solución B no fueron decontaminados o desinfectados en un 100%.

Esta contaminación que queda aun presente en el lente por más pequeña que sea puede llegar a ocasionar infección y daños en los pacientes. Es importante tener en cuenta que tanto los materiales iónicos como los no iónicos no presentaron la adecuada desinfección o mejor no presentaron una desinfección del 100% con la solución B. Presentando crecimiento del microorganismo aun después del tiempo de desinfección recomendado por el producto B, lo cual confirma los resultados del segundo objetivo.

A pesar de que en nuestro estudio las soluciones fueron en general efectivas estudios reportan la capacidad de diferentes microorganismos de penetrar polímeros de hydrogel, lo que podría actuar como una barrera mecánica impidiendo la actividad antimicrobiana de la solución multiuso. (Filppi.1973)

Los Estafilococos en particular *S. epidermidis* son parte de la flora bacteriana normal de piel (Mattar Velilla, Salim, 2003) por lo tanto era de esperarse un abundante crecimiento de la bacteria tanto en el lente como en suspensión (solución salina); en general, los estafilococos son microorganismos bastante sensibles a la mayoría de los antimicrobianos tradicionales (Mattar Velilla, Salim, 2003) por lo que era probable que la bacteria fuera eliminada sin mayor grado de dificultad ya que al ser un microorganismo de la flora normal de la piel no presentaría una mayor resistencia ante los desinfectantes.

Estudios demuestran que en soluciones multiuso que contienen Polyquad, peroxido de hidrogeno y Dymed en general son efectivas contra *S. epidermidis*.(Cano y colaboradores.1999)

Con los resultados que arroja el estudio se puede deducir que es de gran importancia realizar de manera adecuada los procedimientos de limpieza y desinfección para lentes no dejando a un lado la aplicación de las debidas condiciones de almacenamiento para prevenir una infección ocular causada

por cualquier microorganismo en este caso por *S. epidermidis*. Es también de gran importancia informar y advertir a los pacientes o usuarios de lentes de contacto (población con mayor riesgo de exposición) sobre la importancia que tiene almacenar y limpiar los lentes de manera adecuada.

11. CONCLUSIONES

- + La proliferación de la bacteria *S. epidermidis* logro colonizar todos los materiales de lentes de contacto blandos, aunque se presento menor proliferación en el material Lotrafilcon A posiblemente a su no ionicidad.

- + Las diferencias entre los resultados "in vivo" e "in vitro" no permite sacar conclusiones concretas sobre la influencia del material en la contaminación bacteriana y lleva a considerar otros factores del material tales como los iones de calcio y magnesio , el Ph o probablemente la contextura del material.

- + Al parecer la ionicidad o el porcentaje de hidratación no son factores importantes en el crecimiento del *S. epidermidis* ya que prolifero en materiales con bajo porcentaje de hidratación y/o materiales iónicos o no iónicos.

- + El biofilm producido por el microorganismo *S. epidermidis* podría ser un factor a favor de la colonización y adhesión de la bacteria a los lentes además de proporcionarle la protección ante los antimicrobianos y los mecanismos de defensa del huésped.

- + Las cinco soluciones multipropósito utilizadas fueron efectivas en la eliminación de la bacteria en suspensión, aunque el porcentaje de eficacia de la solución B fue menor pero no tan bajo como para concluir que no fue efectiva.

+ De las cinco soluciones empleadas en la desinfección de cinco diferentes materiales de contacto infectados con *S. epidermidis* cuatro fueron totalmente efectivas en la desinfección del lente.

+ La solución B no fue 100% efectiva en la desinfección de las fracciones de las lentes de contacto; a pesar de que la desinfección de los cinco materiales de lentes no fue completa no significa que la solución sea ineficaz ante la bacteria, pero si podría ser causante de infección en los usuarios de este tipo de lentes.

12. RECOMENDACIONES

Es importante dejar bien establecidas, por escrito, las instrucciones para el mantenimiento de las lentes, así como las razones por las cuales es imprescindible.

Es de gran importancia realizar más estudios que evalúen la acción y esterilidad de las soluciones multiuso con el fin de evitar posibles infecciones en los usuarios de lentes de contacto.

Hacer de las instrucciones en las etiquetas un texto mas entendible para los usuarios , indicando el protocolo correcto para que los lentes no se contaminen y si es el caso, se lleve una completa desinfección de los mismos.

Cuando empiece a usar lentes de contacto por primera vez, siga las recomendaciones de uso que le dé su optómetra.

Lávese las manos con agua y jabón antes de ponerse o sacarse las lentes de contacto.

No se ponga las lentes de contacto en la boca para humedecerlas o limpiarlas. Puede aumentar el riesgo de infección en los ojos.

Si siente una irritación, enrojecimiento, dolor, alta sensibilidad a la luz o visión borrosa, vaya a ver al especialista lo mas pronto posible.

BIBLIOGRAFIA

Biantovskaya, Helena; Stenson, Susan. Infecciones externas del ojo; Tercera edición. Editorial Panamericana. Buenos Aires, Argentina. 1987.

Brooks, Geo; Butel, Janet; Morse, Stephen; Microbiología médica de Jawetz, Melnick y Adelberg. 18° Edición; México; Editorial Manual Moderno; 2005.

Cano-Parra J, Bueno-Gimeno I, Lainez B, Córdoba J, Montés-Micó R. Antibacterial and antifungal effects of soft contact lens disinfection solutions.1999. Muncipal Hospital of Badalona, Spain.

CLaughlin-Borlace, F. Staplton, M. Matheson y J.K.G Dart: Bacterial biofilm on contact lenses and lens storage case in wearers with microbial keratitis. Journal of Microbiology 1998, 84, 827-838.

Disinfectants. Ruth A. Rosenthal*, Scott V. W. Sutton, Barry A. Schlech. Vol. 56, No. 1, January/February 2002

Dixon JM, Young CA Jr, Baldone JA, Halberg GP, Sampsom W, Stone W Jr, Complications associated with the wearing of contact lenses. JAMA. 1966; 195: 901-903.

Dres. García Sáenz M. ^aC¹, Beteré Rodrigo F², Fresnadillo Sánchez M. ^aJ³, García Sánchez JE: Lentes de contacto y contaminación microbiana. Departamento de Microbiología Médica del Hospital Clínico Universitario de Salamanca.

Dunne WMJ, Burd EM: The effects of magnesium, calcium, EDTA and pH on the in vitro adhesion of Staphylococcus epidermidis to plastic. Microbiol Immunol. 1992; 36: 1.019-1.027.

Efron, Nathan. Contact Lens Complications. Second edition. Elsevier Limited. 2004.

Egea MC, Pueyo V, Noles B, Sánchez A, Brito C, Honrubia FM. Queratitis Microbiana en Portadores de Lentes de Contacto. Rev. ESP. CONTACT. 2006; 13: 000

Fleiszig SMJ, Evans D, Mowrey-Mc Kee MF, Payor R, Zaidi TS, Vallas V et al: Factors affecting Staphylococcus epidermidis adhesion to contact lenses. Optom Vis Sci ,1996; 73, 9: 590-594.

Garcia-Saenz, Maria Carmen M.D.; Arias-Puente, Alfonso M.D.; Fresnadillo-Martinez, Maria Jose M.D.; Paredes-Garcia, Beatriz M.D.: Adherence of Two Strains of Staphylococcus epidermidis to Contact Lenses. Cornea. 21(5):511-515, July 2002. Basic Investigations

Giese Michael, Weissman Barry. Contact lens associated corneal infections. Where do we go from here? Clinical and Experimental Optometry. Review. Clin Exp Optom 2002; 85:3: 141-148.

Gopinathan U, Stapleton F, Sharma S, Willcox MPD, Sweeney DF, Rao GN et al: Microbial contamination of hydrogel contact lenses. J Applied Microbiol 1997; 82: 653-658.

Götz, Friedrich: Staphylococcus and biofilms. Molecular Microbiology, Volume 43, Number 6, March 2002, pp. 1367-1378(12)

La Torre A, M.D, Nuñez MX, M.D, Blanco C, M.D. Guías de manejo de las queratitis infecciosas bacterianas. Hospital Universitario del Valle, enero-julio 2002. Colombia Médica Vol. 34 N° 3, 2003

McRae S, Herman C, Stulting RD, et al. Corneal ulcers and adverse reaction rates in premarket contact lens studies. Am J Ophthalmol 1991;111:457-465.

Mattar Velilla, Salim; Bacteriología clínica; ED. CEJA; 2003.

R. Herreman, A. Gomez Leal; Oftalmología; 3° Edición; ED. Interamericana-McGraw –hill; 1993.

Ruth A. Rosenthal*, Scott V. W. Sutton, Barry A. Schlech. Review of Standard for Evaluating the Effectiveness of Contact Lens

Schein OD, Glynn RJ, Poggio EC, Seddon JM, Kenyon KR. The relative risk of ulcerative keratitis among users of daily-wear and extended-wear soft contact lenses: a case control study. Microbial Keratitis Study group. N Engl Med 1989.

Tabbara F Khalid, El-Sheikh Hisham, Aabed Bassam . Extended wear contact lens related bacterial keratitis. Br F Ophthalmol 2000; 84: 327-328.

Vaughan, Daniel; Asbury, Taylor; Riurdan, Paul. Oftalmología general 12ª Edición. Manual Moderno. 2000. Mexico DF.

Weissman BA, Remba MJ, Fugedy E. Results of the extended wear Contact Lens Section of the American Optometric Association. J Am Optom Assoc 1987;58:166-171.

Willcox DP Mark, Harmis Y Najat, Holden A Brien. Bacterial population on high-DK silicone hydrogel contact lenses: effect of length of wear in asymptomatic patients. Clin Exp Optom 2002; 85:3: 172-175.

Zinsser; Microbiología; 20ª Edición; ED. Panamericana; 1996.

www.opt.pacificu.edu/.../13036-AS/Fig%201.jpg

http://www.bakteriologieatlas.de/Bakterien/Staphylococcus_epidermidis.htm

www.farmaciaencasaonline.es

Isabelle Jalbert, Fiona Stapleton. Epidemiología de las complicaciones por lentes de contacto.2004

<http://www.oftalmo.com/publicaciones/lentes/cap10.htm>

Juan A. Durán de la Colina, Inmaculada Aguado del Yerro. Mantenimiento de las lentes de contacto.2004

<http://www.oftalmo.com/publicaciones/lentes/cap5.htm>

ANEXOS

Anexo 1. Información comercial de los lentes de la investigación

➤ Hidrogel silicona

Lente Purevision

Este lente de hidrogel silicona posee:

*** Tecnología AerGel:**

La tecnología innovadora AerGel™ ofrece una exclusiva combinación de silicona con alta permeabilidad de oxígeno e hidrogel. Esto:

- Fomenta un ambiente ocular propicio para el uso interrumpido de lentes de contacto saludable y cómodo.
- Reduce el edema corneal y la acumulación de bacterias.
- Proporciona un alto porcentaje de "agua combinada químicamente", un movimiento excepcional del lente y comodidad.

*** Optimo diseño de las lentes:**

- Favorece el intercambio lagrimal para contribuir a la reducción de la acumulación de partículas.
- Material: Balafilcon A
- Contenido acuoso: 36%
- DK: 99
- Grupo de materiales de la FDA: III
- Método de desinfección: Con solución multipropósito

Lente Night & Day.

- Lentes aprobados para un uso continuo de 30 días y 30 noches.

- El extraordinario material de estas lentillas permiten el paso de oxígeno necesario para que los ojos respiren cuidando la salud de sus ojos.
- Es el lente que se recomienda para ojos sensibles o con poca lágrima.
- Si se utilizan durante 30 días y 30 noches no se necesitarán líquidos para limpiarlos y el usuario se olvidará de la manipulación.
- El extraordinario material con el que se fabrican estas lentillas permitirán dejar pasar hasta 6 veces más de oxígeno que los lentes de contacto blandos tradicionales.
- Material: Lotrafilcon A
- Contenido Acuoso: 28%
- Dk: 140
- Grupo de materiales de la FDA: Grupo I

➤ **Hidrogel convencional**

Lente Soflens 66

- Los lentes SofLens66[®] ofrecen beneficios a la salud por el alto contenido en agua en un lente de hidrogel convencional. Están diseñados para un uso diario prolongado. Un lente blando y esférico de fácil colocación, fabricado utilizando la tecnología de moldeado y diseñado para su empleo de uso diario o uso prolongado en la corrección de miopía o hipermetropía.
- El óptimo movimiento del lente: Facilita el intercambio lagrimal y la eliminación de partículas.
- Diseño posterior bicurvo innovador con centro más plano y periférico pronunciado: Excelente centrado
- Periférico medio más grueso: Contribuye a mantener la forma para facilitar el manejo y la inserción.
- Diseñado para ofrecer el equilibrio ideal entre la Dk y la resistencia a la deshidratación en un lente de hidrogel convencional.

- Material: Alphafilcon A
- Contenido acuoso: 66%
- Dk: 32
- No iónico para reducir la captación de proteínas
- Grupo de materiales de la FDA: II
- Métodos de desinfección: térmica, con solución única ó multipropósito y peróxido de hidrógeno.

Lente Proclear compatibles

Proclear Convencional le da la oportunidad de usar un lente con una comodidad y calidad de visión sin competencia.

- Material: Omafilcon A
- Contenido Acuoso: 62%
- DK: 33
- Grupo de materiales de la FDA: II

Lente de contacto verdaderamente único, con la tecnología Pc (Fosforilcolina) resulta un lente de contacto que permanece hidratado durante todas las horas de uso, brindando por tanto confort inigualable de principio a fin.

Anexo 2. Información comercial de las soluciones de mantenimiento de la investigación.

➤ MULTI SOLUTION 1

(Solución multipropósito para lentes blandos convencionales)

Fórmula de avanzada para todo tipo de lentes de contacto blandos, especialmente diseñada para limpiar, desinfectar, conservar y disolver tabletas enzimáticas Hydro Tab. Presentación comercial frasco con válvula dosificadora por 120 ml, por 360 y 600 ml. Está especialmente diseñada para el mantenimiento de todo tipo de lentes blandos.

- **Contiene:** Solución Isotónica Estéril con agentes limpiadores y lubricantes y ácido bórico. Preservado con EDTA Disódica y P.A.P.B. (polyaminopropilbiguanida).

- **Instrucciones:**

Limpieza y enjuague:

Siempre lave bien sus manos antes de manejar sus lentes. Quite el lente derecho y colóquelo en la palma de su mano. Agregue unas gotas de MULTI SOLUTION 1 en la superficie del lente. Frótelo en la palma de su mano con el dedo índice de la otra por unos 20 segundos, eliminando depósitos y partículas contaminantes adheridas a la superficie del mismo. Enjuague con abundante MULTI SOLUTION 1.

Desinfección y conservación:

Coloque el lente en el compartimiento correspondiente del estuche de conservación y sumérjalo en MULTI SOLUTION 1. Cierre bien el compartimiento y repita el proceso con el lente izquierdo. Deje los lentes en el estuche por un periodo mínimo de 4 horas para una desinfección completa.

Antes de volver a colocarse los lentes, enjuáguelos bien con MULTI SOLUTION 1.

➤ **SOLUCION AOSEPT PLUS**

Peróxido de aplicación sencilla, todo en uno, sin necesidad de adicionar otras soluciones o pastillas. No se han de utilizar 2 soluciones, la neutralización se produce en un solo paso con anillo de platino. La solución resultante tiene el mismo pH que la lágrima natural. No lleva conservante, teniendo mayor compatibilidad con el uso de las lentillas y no produce alergias.

Proporciona la eficacia de un peróxido, pero en el sistema de todo en uno. Todo ello lleva a una mayor higiene y efectividad de la solución con los lentes.

AOSEPT Plus es una solución estéril y sin conservantes que contiene peróxido de hidrógeno al 3% (estabilizado con ácido fosfórico y un sistema tampón fosfato poloxamer como surfactante.

• **Descripción:**

AOsept Plus es un sistema de mantenimiento fácil de usar para todo tipo de lentes de contacto.

Procesos como limpiar, desinfectar y neutralizar se llevan a cabo en un solo paso. El peróxido de hidrógeno y el surfactante poloxamer desinfectan y limpian los lentes.

El disco AODISC neutraliza el peróxido de hidrógeno convirtiéndolo en agua y oxígeno, transformándolo así en una solución salina. Por lo tanto una vez completado el proceso de desinfección del sistema de lentes pueden colocarse directamente en el ojo.

No permita que la solución ASept Plus sin neutralizar entre en contacto directo con los ojos.

- **Indicaciones de almacenamiento:**

- Cerrar el envase después de su uso y protéjalo de la luz.
- Consérvese a menos de 25° C.
- No usar una vez vencida la fecha de caducidad.
- El tiempo de utilización del producto una vez abierto en envase es de tres meses.

- **Modo de empleo:**

- Lavar y secar las manos con una toalla limpia
- Coloque los lentes de contacto en los compartimientos correspondientes del AODISC.
- Llenar el estuche con solución AOSEPT Plus hasta la marca del AODISC, no llenar por encima del indicador de nivel.
- Introducir el portalentes inmediatamente en el estuche y cerrarlo.
- Cierre el estuche sin agitar
- Guárdelo en posición vertical.

Si llena demasiado el estuche con solución ASept Plus, puede que salgan las burbujas por la abertura superior del estuche. En caso de que esto suceda, vaciar el estuche y limpiar la solución derramada. Enjuagar el estuche de ASept Plus con solución salina y lavar las manos con abundante agua. Repetir el proceso de desinfección, recordando no llenar por encima del nivel.

- Dejar que el sistema actúe con los lentes de contacto un mínimo de 6 horas ó durante toda la noche.
- Habiendo transcurrido mínimo 6 horas, sacar los lentes del portales
- Los lentes estarán listos para su uso.
- Desechar la solución utilizada.

Si los lentes permanecen en la solución ASept Plus durante más de 245 horas, es preciso repetir el proceso de desinfección antes de que sean utilizados de nuevo.

Es muy importante conservar el estuche ASept Plus limpio y sin contaminantes.

- Enjuagar el estuche ASept Plus y el disco AODISC después de su utilización con la solución salina restante. No utilizar agua del grifo.
- Secar el estuche con el anillo en posición vertical al aire libre.

➤ **SOLUCION OPTI-FREE EXPRESS**

(SDMA “Solución de Desinfección Multi- Acción”)

OPTI-FREE Express es una solución desinfectante multi-acción, que proporciona un confort duradero, sin frotar elimina proteínas de los lentes diariamente, bactericida, fungicida, elimina *Acanthamoeba*.

Esta solución mantiene sus lentes limpios y cómodos. Es todo lo que usted necesita para cuidar diariamente a cualquier lente de contacto blando, incluso los de silicona e hidrogel.

- **Composición:** Es una solución acuosa isotónica, tamponada y estéril que contiene cloruro de sodio, sorbitol, edetato disódico, ácido bórico y aminometilpropanol; citrato y TETRONIC 1304 como agentes de limpieza; y POLYQUAD al 0.001 % (Poliquaternium-1) y ALDOX al 0,0005% (miristamidopropildimetilamina) como conservares.

- **Instrucciones para limpiar, desinfectar y eliminar proteínas:**

- Enjuague completamente cada lado del lente con OPTI-FREE EXPRESS SDMA durante 5 segundos: llene su portales con suficiente OPTI-FREE EXPRESS SDMA para cubrir los lentes. Deje los lentes en su portales cerrados durante toda la noche o por un período mínimo de 6 horas. Tras su limpieza los lentes están listos para su utilización.

- Puede que su profesional de la visión le recomiende productos o procedimientos adicionales para el cuidado de sus lentes, con base en la química de sus lágrimas y sus horarios de uso de los lentes. Siga siempre las instrucciones de su profesional de la visión.

- Usted puede dejar los lentes guardados en el portales por un período máximo de treinta días. Si se guardan los lentes por períodos más largos, se les debe limpiar y desinfectar nuevamente con una solución nueva cada treinta días y antes del uso.

➤ **SOLUCION RENU PLUS**

ReNu Plus solución Multipropósito Fórmula No Rub, limpia, enjuaga, desinfecta y remueve depósitos de proteína que se acumulan diariamente. ReNu Plus No Rub brinda seguridad y efectividad en la limpieza de todo tipo de lentes de contacto blandos.

Desinfección total, con limpieza completa y remoción de proteínas. Un sólo producto. Sin cuidados adicionales. Simple y fácil. Lentes limpios todos los días. Conserva la herencia de ReNu: DYMED y Poloxamina. Contiene HYDRANATE, agente removedor de proteína, cuyo desempeño es comparable al uso de ReNu Multipropósito más FizziClean.

- **Contenido:**

Solución Isotónica estéril que contiene: Ácido Bórico, cloruro de sodio, edetato de sodio, borato de sodio y ajustadores de pH; ingredientes activos: poloxamina 1%; HYDRANATE (Hidroxialquilfosfanato) 0,03%; DYMED (Polihexametileno biguanida HCL*) 0,0001 %. No contiene Timerosal, ni Clorhexidina.

- **Acciones:**

- Desprende y limpia la película formada por la acumulación de proteína y residuos en los lentes.
- La eliminación de proteína es más efectiva si se usa ReNu Plus Solución Multipropósito Fórmula No Rub diariamente.
- Elimina efectivamente microorganismos de la superficie de los lentes.

- **Instrucciones:**

Para limpiar, desinfectar y remover depósitos de proteína de sus lentes de contacto diariamente, siga estos sencillos pasos:

Paso1: Enjuague abundantemente con ReNu Plus Solución multipropósito fórmula No Rub cada lado de los lentes (5 segundos). Esto removerá los residuos de la superficie del lente.

Paso 2: Limpie el estuche de los lentes y coloque el lente de contacto en cada compartimiento. Asegúrese que el lente quede completamente inmerso en ReNu Plus Solución multipropósito fórmula No Rub.

Paso 3: Si es necesario, enjuague nuevamente los lentes de contacto con ReNu Plus Solución multipropósito fórmula No Rub antes de usarlos.

- **Recomendaciones:**

- Si no va a usar los lentes inmediatamente, guárdelos en un estuche cerrado y limpio. No los almacene en solución salina en lugar de ReNu Plus No Rub pues esta solución puede no desinfectarlos correctamente.

- Cuando no utilice sus lentes de contacto, guárdelos en un estuche hasta que los vaya a usar nuevamente, por un período máximo de 30 días. En caso de que los vaya a utilizar después de 30 días, limpie y desinfecte los lentes nuevamente con ReNu Plus Solución multipropósito fórmula No Rub fresca antes de usarlos.

- Para remover los depósitos de proteína de sus lentes de contacto. ReNu Plus Solución multipropósito fórmula No Rub depósitos de proteína mientras usted limpia y desinfecta sus lentes a diario. Usar diariamente ReNu Plus Solución multipropósito fórmula No Rub elimina la necesidad de usar por separado tabletas enzimáticas y soluciones limpiadoras diarias.

➤ **SOLUCION HYDROSOL ADVANCED**

Solución estéril para limpieza, enjuague, conservación y desinfección de todo tipo de lentes de contacto blandos (hidrofílicos).

- **Contenido:**

PEG 6000, solución salina isotónica, buferizada y estéril, preservada con Trimetoprim al 0.01%. No contiene Timerosal ni ácido Sórbico.

- **Precauciones:**

- Evite el contacto del gotero con cualquier superficie.
- Utilice este producto antes de la fecha de expiración.
- Mantenga el producto cerrado a temperatura ambiente (15° a 30 ° C).

- **Modo de empleo:**

Lave siempre las manos antes de manipular los lentes de contacto. Remueva el lente y póngalo sobre la palma de la mano. Aplique 4 ó 5 gotas de Hydrosol sobre una de las superficies del lente. Frote suavemente el lente con el dedo anular en forma circular. Aplique suficiente hydrosol para el enjuague.