# Inspirados por la ciencia de la lágrima

Este artículo ha sido adaptado de un artículo publicado en una edición especial de la publicación EU de Optometric Management (Johnson B, Pall B y Scales CW. Inspired by the Science of Tears. Optom Man 2015; Julio:13-16)

Un mejor entendimiento de cómo las lentes de contacto interactúan con el ojo y la película lagrimal está ayudando a desarrollar tecnologías en nuevos materiales, como lo reportan los Doctores Bart Johnson, Brian Pall y Charles Scales.

Las lágrimas son vitales para mantener una superficie ocular saludable y una óptica adecuada para una visión clara. Sin ellas, no tendríamos la imagen retiniana precisa que nos permite ver el mundo y a los demás claramente. Las lágrimas son ricas y complejas, y esa riqueza es necesaria para su eficacia. El agua por sí sola no podría nutrir y proteger el delicado epitelio conjuntival y corneal, ni darnos la visión clara y estable que experimentamos diariamente.

La película lagrimal humana está optimizada para dirigir un reto adicional único: crear una interfase refractiva, ópticamente transparente y suave entre el ambiente hidrofílico del ojo y el ambiente externo hidrofóbico del aire. Esta interfase está estabilizada a través de interacciones de componentes hidrofílicos, anfifílicos y lipofílicos de la película lagrimal, incluyendo mucinas oculares, proteínas y lípidos.

Estos componentes trabajan juntos para lubricar, humedecer, suavizar, oxigenar, eliminar desechos y proteger la superficie ocular durante y entre los ciclos de parpadeo.

## UNA ESTRUCTURA COMPLEJA

La imagen tradicional de la película lagrimal consistía de una estructura simple de tres capas –mucina, acuosa y lipídica-.

Las investigaciones recientes han revelado que es mucho más compleja, con más de 18 mucinas reconocidas, 491 proteínas (identificadas hasta ahora) y al menos 153 tipos de lípidos –los cuales interactúan para proveer una integridad estructural a la película lagrimal- mientras también desempeñan sus funciones individuales[1-3] Y cada uno de los tres mayores componentes de la película lagrimal es por sí mismo multifuncional y complejo en diseño.

### Mucina multifuncional

La capa base de la película lagrimal está comprendida de mucinas de la película lagrimal, que se extienden desde dentro de las células epiteliales corneales, a través de la membrana celular hidrofóbica, a la parte externa de la célula.

Figura 1. Mucinas de alto peso molecular están unidas a la córnea de un lado pero tiene unas colas hidrofílicas que se extienden dentro y sostienen la parte acuosa a la superficie celular. Debido a que las membranas celulares son altamente hidrofóbicas, sin estas mucinas unidas a la membrana, las lágrimas caerían de la superficie corneal (Sólo para propósitos ilustrativos).

Se le llama Glicocálix a éste cuadro de mucinas de alto peso molecular que éstan unidas a la córnea de un lado pero tienen colas hidrofílicas que se extienden dentro y sostienen la parte acuosa de la película lagrimal a la superficie de la célula (Figura 1).[1]

Debido a que las membranas celulares son altamente hidrofóbicas, sin el glicocálix de mucinas, las lágrimas caerían de la superficie corneal como resbala el agua en una sartén cubierta con Teflón. Al mismo tiempo, las mucinas actúan como un "antiadherente" y así el epitelio corneal no se adhiere a la conjuntiva tarsal.

Las funciones de las mucinas de la película lagrimal están resumidas en la Tabla 1.

**TABLA 1 Funciones de las mucinas de la película lagrimal**

- **Anclar y estabilizar la película lagrimal**
- **Proteger la superficie ocular de la abrasión a través de la formación del glicocálix**
- **Lubricar las superficies celulares y que el epitelio corneal no se adhiera a la conjuntiva tarsal**
- **Reducir el estrés durante el parpadeo**

Otras mucinas flotan libremente en el componente acuoso de la película lagrimal, el cual funciona para limpiar, proteger y transportar nutrientes y oxígeno a la córnea.[4] Mucho más que agua, la acuosa contiene grandes y pequeñas entidades químicas –incluyendo las 491 proteínas identificadas- así como desechos ambientales que serán dispuestos a través del drenaje lagrimal,[3]

### Aprendiendo sobre lípidos

Sobre la capa acuosa está la compleja, y menos entendida capa lipídica. Una vez considerada como una simple barrera para prevenir la evaporación, es por lo menos una estructura de dos capas, con lípidos polares en la interfase acuosa/lipídica y una capa más gruesa de lípidos no polares (tales como ceras, triglicéridos, y ésteres de colesterol) situados encima de los lípidos polares (tales como lípidos conteniendo fósforo) y enfrentando el aire.[5]

La capa lipídica ayuda en la lubricación, previene la pérdida de la capa acuosa, y ayuda a mantener una superficie óptica contínua. Sin la interfase anfifílica (ej. hidrofílica y lipofílica) de fosfolípidos polares, los lípidos no polares se difunden pobremente sobre la acuosa, creando una capa lipídica menos estable y llevando a un rompimiento más rápido de la película lagrimal.[5]

## IMPACTO DE UNA LENTE DE CONTACTO

En ojos sanos, los componentes de la película lagrimal trabajan en armonía. Cuando la película lagrimal está comprometida, como en la enfermedad del ojo seco o por efecto secundario de algunos medicamentos sistémicos, este sistema puede derivar en sequedad e incomodidad, tinción corneal, enrojecimiento conjuntival y alteraciones visuales (ver figuras 2-5 para ejemplos).

Y lo que es peor, los ambientes cambiantes que la gente experimenta diariamente, así como las intensas demandas que le hacemos a nuestros ojos, todo esto puede afectar al rendimiento óptico y a la comodidad. Ejemplos incluyen el aire acondicionado o ambientes llenos de humo, o trabajar largas horas con aparatos digitales. Una lente de contacto cambia el ambiente de la superficie ocular dramáticamente. La presencia de una lente puede alterar la producción de mucina, la tasa de flujo de la capa acuosa, y la concentración de ciertas proteínas de la lágrima.[6]

**TABLA 2 Características de lentes de contacto blandas compatibles con la lágrima.**

- **Mantener la integridad física de la película lagrimal y sus componentes**
- **Mantener los elementos funcionales de la película lagrimal en su estado natural**
- **Protege a las proteínas (como la lisozima) de la desnaturalización, que puede ser causada por calor, sequedad, y exposición a químicos**
- **Protege a los lípidos de la oxidación resultante de la exposición a la radiación ultravioleta**

Figura 2. Hiperemia conjuntival con el uso de lentes de contacto.

En el ojo, un lente de contacto "divide" la película lagrimal, atrapando la vital capa de mucina detrás del lente, reduciendo dramáticamente el volumen de la capa acuosa, e interrumpiendo la capa lípida.7 Una delgada capa de película lagrimal pre-lenticular aumenta la evaporación y acorta el tiempo de ruptura de la película lagrimal, lo cual puede impactar la visión.[8]

### Simulando el ambiente lagrimal

Una lente de contacto ideal crearía una condición sobre la superficie de la lente similar a la de las superficies del ojo, lo que podría ayudar a mitigar los efectos negativos del uso de los lentes sobre la película lagrimal y los tejidos oculares alrededor.

Para hacer eso efectivamente, una lente de contacto requiere de propiedades similares a la lágrima con las que puedan interactuar y soportar no sólo su componente acuoso pero sí el rango completo de los constituyentes de la película lagrimal: mucinas, acuosa y lípidos. Por ejemplo, si la lente de contacto debe funcionar en una forma que imite la superficie corneal, debe re-crear efectivamente la capa de mucina en la superficie del lente para mantener la lubricación e, importantemente, reducir la fricción.

¿Qué sí la fricción entre los párpados y la superficie ocular aumenta mientras pasa el día – por ejemplo, con una lente de contacto cuya superficie llega a ser menos lubricada sobre el transcurso del día? En este caso, el movimiento repetido miles de veces a través del día del párpado sobre una superficie crecientemente resistente puede crear una cantidad significativa de trabajo físico adicional para el ojo.[9]

Esto se correlaciona con la observación común que muchos pacientes que están cómodos en sus lentes de contacto bajo ciertas condiciones, todavía experimentan síntomas de incomodidad o de fatiga visual ("ojos cansados") con diferentes ambientes, actividades o tiempos de uso.[7,10]

Figura 3. Tinción corneal punteada superficial

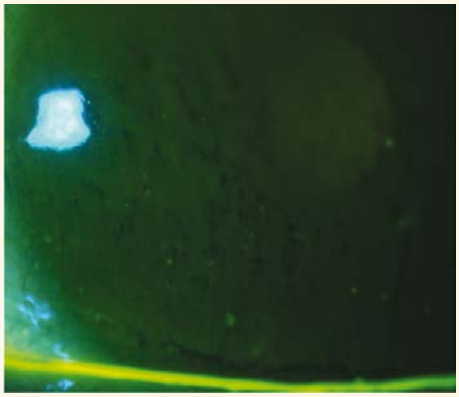


Figura 4. Bajo tiempo de ruptura de la fluoresceína

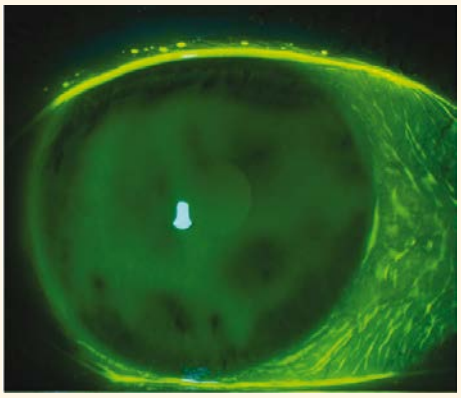
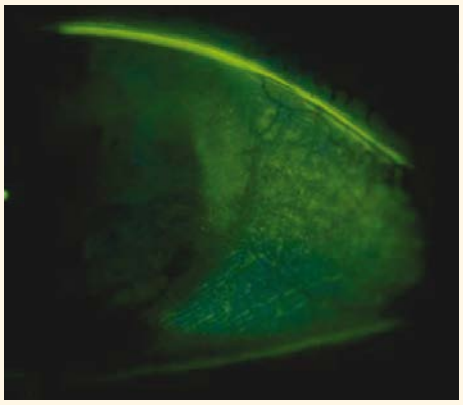


Figura 5. Tinción conjuntival



Además de mantener la integridad física de la película lagrimal y sus componentes, una lente de contacto debe también mantener los elementos funcionales de la película lagrimal en su estado natural. Ejemplos incluyen proteger a las proteínas (tal como la lisozima) de la desnaturalización, que puede ser causada por calor, sequedad, y exposición al aire o químicos; y protegiendo los lípidos de la degradación y oxidación resultantes de la exposición a la radiación ultravioleta.[11]

No sólo esto es necesario para estos componentes para desempeñar sus funciones pretendidas, pero permitir que ocurra naturalmente la degradación de las proteínas y los lípidos también ha sido mostrado en vitro como resultado en la liberación de sustancias pro-inflamatorias que pueden ser irritantes al ojo.[5]

Las características de las lentes de contacto compatibles con la lágrima están resumidas en la Tabla 2.

## HACIA NUEVAS TECNOLOGÍAS

La comodidad se mantiene como un atributo clave de los lentes de contacto, y la sequedad y la incomodidad son los síntomas más frecuentemente reportados entre aquellos que descontinúan el uso de las lentes de contacto.[12]

La incomodidad es a menudo caracterizada por una sensación de sequedad y varios factores de la película lagrimal están asociados con el ojo seco relacionado con lentes de contacto.[8]

Clínicamente, las causas de incomodidad son muy complejas, y no ha sido identificado un sólo factor como el culpable: muchos factores son contribuyentes potenciales en este problema. La frecuencia y las consecuencias negativas de la incomodidad del lente de contacto hacen crucial para los investigadores diseñar lentes que se mantengan cómodos y lubricados a través del día.

Los fabricantes han usado una variedad de métodos para tratar de crear una película lagrimal pre-lente estable, tal como cubrir el lente o crear superficies a.

Uno de estos acercamientos es una nueva tecnología que involucra trabajar en armonía con la complejidad de la película lagrimal natural.

Los investigadores están desarrollando materiales de lentes de contacto que tienen una red mejorada de moléculas parecidas a la lágrima más silicona hidratada altamente transpirable que se integra con la película lagrimal propia del paciente cada día (Figura 6). La red de moléculas similares a la lágrima es uniforme a través del lente, y trabaja consistentemente todo el día. Los lentes son diseñados para trabajar con los componentes claves de la lágrima para lubricar y humectar el lente, y ayudar a la película lagrimal a través del día, un concepto conocido como Diseño de infusión-Lagrimal.

Teniendo un entendimiento básico de cómo varios materiales de lentes de contacto interactúan con el ojo y la película lagrimal, podemos desarrollar estas nuevas tecnologías que nos permiten hacer mejores selecciones y ayudar a cumplir con las necesidades específicas de nuestros pacientes. Reuniendo el arte de entender a nuestros pacientes y la ciencia de entender las interacciones ojo-lente también crea una tremenda oportunidad para un diálogo más enriquecedor con nuestros pacientes.

El Dr. Bart Johnson es administrador senior de R&D, el Dr Brian Pall es optómetra investigador principal senior y el Dr. Charles Scales es científico principal en Johnson & Johnson Vision Care USA.

## Referencias


**1** Mantelli F and Argüeso P, Functions of ocular surface mucins in health and disease, Curr Opin Allergy Clin Immunol 2008;8:5 477-83.

**2** de Souza GA, Godoy LM and Mann M, Identification of 491 proteins in the tear fluid proteome reveals a large number of proteases and protease inhibitors, Genome Biology 2006;7:8 R72.

**3** Rantamäki AH, Seppänen-Laakso T, Oresic M et al, Human tear fluid lipidome: from composition to function, PLoS One 2011;6:5 e19553.

**4** Abelson M, Dartt D and McLaughlin J, Mucins: foundation of a good tear film, Review of Ophthalmology, November 7, 2011. www.reviewofophthalmology.com/ content/d/therapeutic_topics/c/30968. Accessed September 2, 2015.

**5** Green-Church KB, Butovich I, Willcox M et al, The International Workshop on Meibomian Gland Dysfunction: Report of the Subcommittee on Tear Film Lipids and Lipid–Protein Interactions in Health and Disease, Invest Ophthalmol Vis Sci 2011;52:4 1979-93.

**6** Rohit A, Willcox M and Stapleton F, Tear lipid layer and contact lens comfort: a review, Eye Contact Lens 2013;39:3 247-53.

**7** Nichols JJ, Willcox MDP, Bron AJ et al, The TFOS International Workshop on Contact Lens Discomfort: Executive Summary, Invest Ophthalmol Vis Sci 2013;54:TFOS7-TFOS13.

**8** Nichols JJ and Sinnott LT. Tear film, contact lens, and patient-related factors associated with contact lens-related dry eye, Invest Ophthalmol Vis Sci 2006;47:1319-28.

**9** Tosatti S, Sterner O, Aeschlimann R et al, Tribological classification of contact lenses – from coefficient of friction to sliding work: can contact lens wear help you burn calories? Paper presentation at Nederlands Contactlens Congres, March 2016.

**10** Mathews K, Daigle B, Alford J et al, Exploring variability in soft contact lens performance throughout the day, Optician 2016;251:6546 32-34.

**11** Buch J, Canavan K, Fadli Z et al, The tear film and contact lens wear, Contact Lens Spectrum 2015;31:2 34-37.

**12** Richdale K, Sinnott LT, Skadahl E et al, Frequency of and factors associated with contact lens dissatisfaction and discontinuation, Cornea 2007;26:168-174



Material exclusivo para el uso del óptico. Lea atentamente las contraindicaciones y posibles efectos secundarios en las instrucciones de uso. Para solicitar cualquier aclaración, diríjase a su representante de Johnson & Johnson S.A. Producto Sanitario conforme al Real Decreto 1591/2009. Código interno: 17VIS081-ES

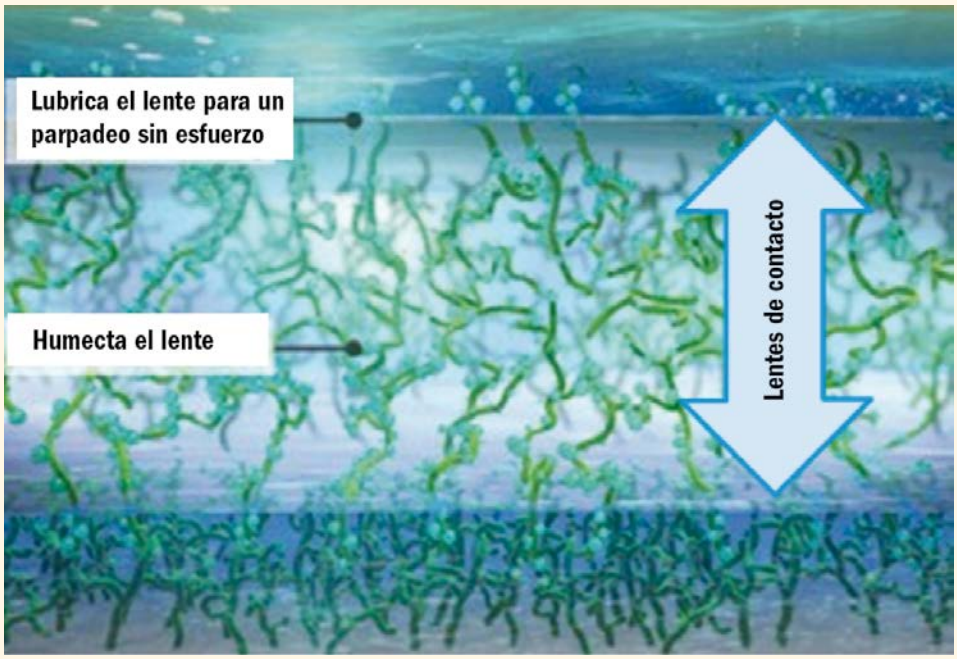


Figura 6. Una ilustración para demostrar cómo el material del lente comprende una red mejorada de moléculas similares a la lágrima más silicona hidratada altamente transpirable que se integra con la película lagrimal propia del paciente