



---

**Universidad de Valladolid**

FACULTAD DE CIENCIAS

# **Grado en Óptica y Optometría**

MEMORIA TRABAJO FIN DE GRADO TITULADO

Comparación del ángulo de humectación en  
distintos tipos de lentes de contacto

Presentado por: Ángela Valiente Rivera

Tutelado por: Irene Sánchez Pavón

Tipo de TFG:  Revisión  Investigación

En Valladolid a, 28 de mayo 2018

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	4
2. MATERIAL Y MÉTODO .....	7
2.1. MATERIALES.....	7
2.2. MÉTODO .....	9
2.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	11
3. RESULTADOS .....	12
4. DISCUSIÓN .....	15
5. CONCLUSIÓN.....	18
6. BIBLIOGRAFÍA.....	19

## **ABSTRACT**

The objective of this study is to know the differences between the wetting angles of the different materials of the hydrophilic contact lens, with the purpose of obtaining the most suitable contact lenses for the patient's use.

Care and hygiene of the contact lenses are very important for the oculars patient's health and comfort. The role of the optic-optometrist is also essential when it comes to educate the patient and insist on the necessary revisions for an early diagnosis of disease or disorder by the use of contact lenses, thus avoiding its subsequent drop-out.

The method used in this study is the captive bubble. By following this procedure, the measures of seven different contact lenses have been collected, to compare them.

We find differences significant statistically, in addition to distinguish the different types of materials, compositions and surface coatings.

Once these differences have been obtained, although considering a small sample size in the measurements of each lens, the study concludes that the Oasys lens is the most hydrophilic, which is the one with the greatest wetting angle ( $\theta$  prox at  $0^\circ / 180^\circ$ ). On the other hand, the Optix lens is the most hydrophobic, with the lowest wetting angle ( $\theta$  prox at  $90^\circ$ ).

In conclusion, different types of contact lens present differences in their wettability even being of the same material as Optix and Optix Aqua.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a mi tutora Irene Sánchez Pavón su dedicación y empeño durante el desarrollo del trabajo; a María Pilar Cañadas Suarez por su granito de arena durante estos meses; y por último, a mis padres, mi hermano, mi novio y mis amigos/as por apoyarme y animarme en todo momento durante estos maravillosos cuatro años.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las lentes de contacto (LC) son un método corrector de los defectos de refracción (miopía, hipermetropía, astigmatismo), fabricadas con polímero orgánico, siendo una alternativa a las lentes oftálmicas, cirugía refractiva o lentes intraoculares. Este trabajo se centra en los materiales y tratamientos de superficie con los que se fabrican las LC hidrofílicas, cuyas ventajas frente a las lentes oftálmicas son un campo visual total, comodidad, no existen distorsiones laterales, evita empañamientos, menor variación del tamaño de imagen retiniano de los objetos, facilidad a la hora de practicar deportes, actividades físicas o de ocio... En comparación con las LC permeables al gas, las LC hidrofílicas presentan ventajas como la comodidad inicial, fácil adaptación y menor posibilidad de desplazamiento o caída del ojo<sup>1</sup>.

Una de sus principales desventajas con respecto a la lente oftálmica es que la LC permanece en contacto directo con la superficie ocular, pudiendo, en ocasiones, llegar a producir una serie de molestias e incluso complicaciones y por ello provocar el abandono del uso de la LC. Por lo tanto, cada usuario deberá seguir las pautas de manipulación, higiene y desinfección adecuadas para disminuir y evitar riesgos de infección, daños en la superficie ocular o en la visión<sup>2</sup>. Estas complicaciones pueden tener diferentes orígenes, de origen infeccioso o por acumulación de depósitos de la película lagrimal sobre la superficie de la LC probando así una respuesta inmunológica tóxica<sup>1</sup>.

Algunos estudios realizados en 2016 concluyen que en España, el 7,4% de la población entre 12 y 65 años utiliza LC, es decir, un total de 2,5 millones de usuarios. Pero más de 1,2 millones de usuarios, es decir, un 50% de los usuarios, utilizaron LC y luego las abandonaron debido a múltiples causas, sobre todo relacionadas con discomfort probablemente asociado con un mal cumplimiento, mantenimiento y características físico-químicas de los materiales<sup>3</sup>. Según los datos, el 22,3 % de los abandonos fueron debidos a que estos pacientes decidieron someterse a cirugía refractiva para corregir el defecto visual, un 23,2 % las abandono por incomodidad, un 17,9 % se quejaba de problemas en el ojo como hiperemia, infiltrados, ojo seco..., un 2,4% por su alto coste y un 28,9 % por motivos desconocidos. Se puede concluir, que más del 50% de estos motivos de abandono mencionados anteriormente se podrían haber evitado detectando el problema en una revisión, mejorando así el confort y disminuyendo los motivos de abandono, informando al usuario de soluciones alternativas como por ejemplo, readaptar por otro tipo de LC o cambiar de solución para su mantenimiento o medidas de higiene palpebral, entre otras opciones. En definitiva, el 50% de los abandonos podrían haberse evitado con la actuación a tiempo del óptico-optometrista. Por lo tanto, el papel como óptico – optometrista es explicar o educar desde el primer momento en el que el paciente quiere empezar a utilizar LC en la importancia del manejo y cuidado, vigilancia y seguimiento de la adaptación, para tratar de que el paciente acuda a las revisiones programadas e incluir una serie de preguntas rutinarias que indiquen si existe incomodidad en el uso de LC, pudiendo así readaptar y proponer opciones más adecuadas y materiales técnicamente más avanzados<sup>4</sup>.

La media de utilización de LC recomendada es de 8 horas en régimen de uso diario y una vez sobrepasadas dichas horas, se estima que aproximadamente el 90% de la superficie de la LC está cubierta de depósitos, sustancias que se adhiere durante su uso<sup>1</sup>. La presencia de éstos puede producir una pérdida de transmisibilidad al oxígeno del material o ciertas complicaciones, produciendo la aparición de problemas como la disminución de su calidad óptica, la aparición de signos de inflamación o la sensibilización sobre todo a nivel de la conjuntiva tarsal, pudiendo llegar a provocar cambios importantes en la superficie ocular<sup>5,6</sup>. Habitualmente, los depósitos que se encuentran sobre la LC afectan negativamente a la humectación de la superficie de la LC, causando una rápida rotura de la matriz lagrimal pre-LC, disminución en el tiempo de uso<sup>7</sup>... Además, el uso de LC afecta a la estabilidad de la película lagrimal, favorece la evaporación lagrimal, disminuye la sensibilidad corneal afectando a la secreción basal de la película lagrimal, y sobre todo se relaciona con el desarrollo del ojo seco asociado al uso de LC<sup>5</sup>.

Las LC se recomiendan que sean lo más humectables posible, para no provocar perturbación o está sea mínima sobre la superficie de la LC, es decir, que no produzcan complicaciones relacionadas con su uso, como por ejemplo, no atraer depósitos y no provocar cambios en la fisiología de la superficie ocular. Para todo ello se necesita una correcta adaptación y una adecuada humectación del material por la lágrima para tener una superficie ocular sana<sup>5</sup>.

La humectación es la capacidad de un material para distribuir y mantener el fluido en su superficie, por lo que en contactología se traduce como la propiedad o capacidad de la LC de estar cubierta de lagrime que humecte la superficie de manera natural y uniforme por la película lagrimal, proporcionando así una superficie resistente a la adherencia y formación de depósitos. Además, la interacción con los párpados y la superficie del ojo serán menor, consiguiendo una mayor comodidad para el usuario<sup>8</sup>.

Clínicamente, se considera una medida de humectación, la medida del tiempo de ruptura lagrimal mientras el usuario porta la LC. Físicamente, la medida de humectación sobre la superficie de la LC se realiza mediante la medida del ángulo de humectación ( $\theta$ ). Para analizar la humectación en la superficie de las LC, existen principalmente dos métodos, mediante los cuales se determinan los ángulos de humectación de un material de LC, que indicarán que tan hidrófilo o hidrofóbico es ese material sólido. Se determinará dicho ángulo por el equilibrio entre las fuerzas adhesivas y cohesivas que actúan sobre la superficie de la LC. Estos dos métodos son: la gota sésil y la burbuja cautiva. En primer lugar, la gota sésil indica el ángulo que forma, un fluido colocado sobre una superficie hidrofóbica, da un ángulo de humectación mayor ( $\theta$  prox. a  $90^\circ$ ), pero cuando la superficie sea hidrofílica el ángulo de humectación será menor ( $\theta$  prox. a  $0^\circ/180^\circ$ ), es decir, cuanto menor sea el ángulo de contacto mayor será su humectabilidad. Por otro lado, la burbuja cautiva será el método que se utilizará en este estudio, ya que se suele aplicar en materiales con alto contenido en agua, como las LC hidrofílicas. Este método parece más adecuado, porque al estar suspendidas en la solución salina durante el proceso de medida se mantiene la hidratación de las LC. El método consiste en colocar una LC en un soporte que mantenga su superficie plana e introducir solución salina en una celdilla para luego insuflar una burbuja

Valiente A. Comparación del ángulo de humectación en distintos tipos de lentes de contacto.

de aire a través de un tubo fino hasta que haga contacto con la superficie de la LC, a medida que la burbuja entra en contacto con la superficie de la lente se forma dos ángulos determinados en ambos lados y con la media de las dos tangentes de estos ángulos se obtendrá el ángulo de humectación que se forma en el interior de la burbuja e indicará que hidrofóbico o hidrofílico es el material, si el ángulo  $\theta$  prox. a  $90^\circ$  será hidrofóbico y si  $\theta$  prox. a  $0^\circ/180^\circ$  hidrofílico<sup>9</sup>.

El objetivo de este estudio es conocer si existe diferencia entre los ángulos de humectación de los distintos materiales de LC hidrofílicas para intentar relacionar estos parámetros físicos a la práctica clínica.

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

### 2.1. MATERIALES

En este trabajo se utilizaron LC nuevas, que fueron 12 PureVision HD cuyo material es Balafilcon A, 11 SofLens 38 del material Polymacon, 5 Acuvue Oasys del material Senofilcon A, 9 Biofinity del material Conmfilcon A, 6 Proclear del material Omafilcon B, 10 Optix y 11 Optix Aqua ambas del material Lotrafilcon B, los parámetros de todas ellas quedan recogidas en la tabla 1:

Nombre	Marca registrada®	n	% Hidratación	Dk/t	Diámetro (mm)	Radio (mm)
PureVision HD	Bausch&Lomb	12	36%	130	14,00	8,60
SofLens 38	Bausch&Lomb	11	38%	24	14,00	9,00
Acuvue Oasys	Johnson & Johnson	5	38 %	147	14,50	8,60
Biofinity	CooperVision	9	48 %	116	14,50	8,70
Proclear	CooperVision	6	62 %	17	14,40	8,70
Optix	Alcon	10	33 %	108	14,50	8,70
Optix Aqua	Alcon	11	33 %	138	14,20	8,60

Tabla 1. Parámetros de las LC utilizadas en el estudio

El dispositivo experimental consta de:

Una cámara de fotos Canon PowerShot SX610 HS de 20,2 MegaPixels, una celdilla con una ventana circular para posteriormente tomar las imágenes pertinentes de la burbuja de aire sobre la LC y una fuente de luz con difusor, todo ello debidamente alineado. Este diseño experimental fue objeto de un trabajo anterior del Grupo de Investigación de Optometría del IOBA<sup>10</sup>. Para la génesis de burbujas se utilizó una jeringuilla de 50 microlitros de volumen que se coloca bajo la celdilla.

Valiente A. Comparación del ángulo de humectación en distintos tipos de lentes de contacto.

Un vez colocada la LC en la celdilla se alinea el dispositivo experimental para proceder a la toma de imágenes (Figura 1), donde éstas se guardan en un ordenador para la medida del ángulo de humectación mediante el programa Image J (National Institutes of Health, Maryland, USA). Este programa es un procesador de imagen digital de dominio público programado en Java desarrollado por Wayne Rasband<sup>11</sup>.

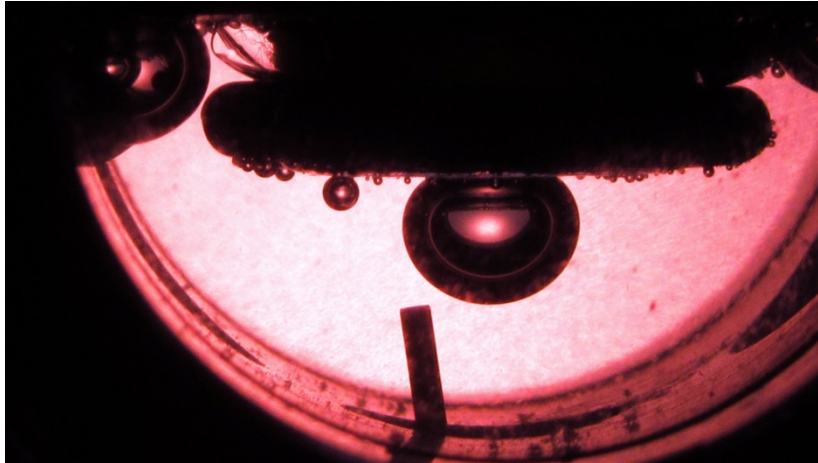


Figura 1. Imagen de burbuja de aire en LC Acuvue Oasys



## 2.2. MÉTODO

Previa a la medida, la LC se debe someter a un periodo de lavado. Se saca la LC del blíster de fabricación, se coloca en un estuche de lentillas y se sumerge en solución salina durante 24 horas para luego determinar la humectación del material de dicha LC.

Después se introduce la LC en la celdilla y se coloca sobre un soporte circular sujetándola con una goma para ajustarla y aplanar su superficie, ya que si la superficie no queda plana la medida de la tangente del ángulo puede ser más complicada de determinar y existe la posibilidad de inducir errores. Hay que procurar no tocar la superficie central de la LC ya que esta puede romperse, imposibilitando la medida, pero además puede alterar el resultado si se deposita material biológico de nuestras manos por lo que conviene tener las manos humectadas con la misma solución salina.

Una vez se tiene la LC con la cara externa hacia abajo dentro de la celdilla, se cierra y se rellena de solución salina. La celdilla posee varios agujeros superiores, que no se cerrarán para que la presión y la temperatura en el interior sea igual a la del exterior.

Por el agujero inferior de la celdilla, se introduce la cánula conectada a la jeringuilla que insufla burbujas de aire para que se adhieran a la superficie de la LC (Figura 1) definiendo el ángulo de humectación.

Por la ventana de la celdilla se observa la LC y la burbuja, y se toma la imagen de la burbuja sobre la LC. Una vez se tienen las imágenes, con el programa mencionado en el apartado anterior, se mide el ángulo que forma la burbuja de aire con la LC tanto del lado derecho (figura 2) como del lado izquierdo (figura 3), haciendo después una media, siendo este el valor final del ángulo de humectación de esa LC.

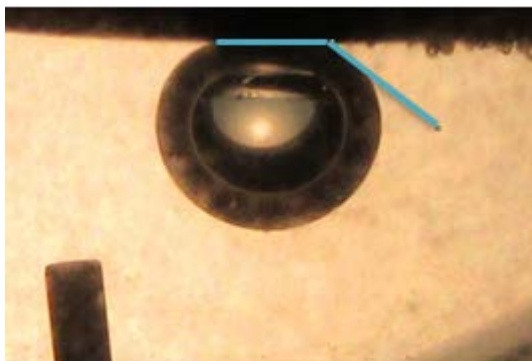


Figura 2. Medida del ángulo del lado derecho

Figura 3. Medida del ángulo del lado izquierdo

El método para realizar la medida del ángulo de humectación con el programa será:

Abrir el programa Image J y elegir la imagen correspondiente, luego seleccionar la opción de angle tool, después se da a File (Open) y se abre la imagen que se desea medir. Sobre la imagen se traza una línea paralela entre la superficie plana de la LC y la burbuja de aire (línea azul de figura 4), para luego trazar una tangente (línea verde de figura 4) intentado que llegue a la mitad de la burbuja como punto referencial (líneas discontinuas en rojo como referencia de la mitad de la burbuja, figura 4), luego una vez trazada la tangente deseada se da a "Analyze" → "Measure" y se anota el resultado obtenido en el apartado "Angle" obteniéndose el ángulo de humectación en aire de un lado, repitiéndose el proceso en el otro lado.

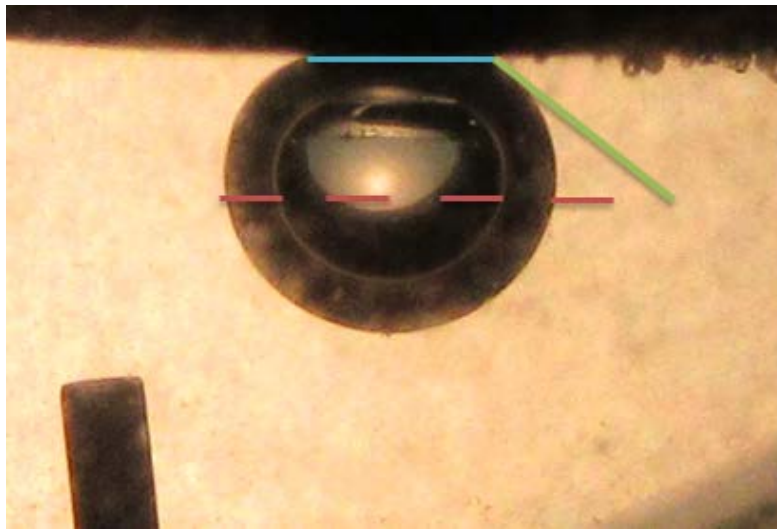


Figura 4. Imagen de burbuja de aire en LC Optix Aqua. Línea Azul y Verde: Líneas que se deben trazar para realizar con el programa la tangente del ángulo de humectación para la medida de éste. Líneas discontinuas rojas: mitad de la burbuja como referencia para la medida

### **2.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Los datos clínicos se recogieron en una hoja de Excel (14.0 y Microsoft) y se analizaron estadísticamente con el programa SPSS (23.0 para Windows). Se evaluó la normalidad de los datos mediante el test Kolmogorov-Smirnov (tomando un valor de  $P > 0,05$  como distribución normal). Al seguir la muestra una distribución normal ( $P > 0,05$ ) y tratarse de un tamaño muestral reducido se realizó un contraste de hipótesis paramétrico para muestras no relacionadas mediante la T de Student, junto con la prueba de Levenne comprobar si se puede asumir la igualdad de varianzas, al realizar las comparaciones de las medidas entre las distintas LC. Se tomó un valor de  $P < 0,05$  como estadísticamente significativo.

### 3. RESULTADOS

Para este estudio se empleó un total de 67 LC de distintos materiales. Resultando la más hidrofílica Oasys y la más hidrófoba Optix. En la tabla 2 se detalla las medidas obtenidas de cada una de las LC y ordenadas de arriba abajo de la más hidrofílica a la que menos.

LC	Material	n	Media±SD	(Mín-Máx)	IC 95%
Oasys	Senofilcon A	5	151,34±6,39°	(142,54°-159,12°)	(143,40°-159,28°)
Biofinity	Conmfilcon A	9	145,45±4,28°	(141,89°-155,70°)	(142,15°-148,74°)
PureVision HD	Balafilcon A	14	144,88±6,19	(134,91-155,43)	(141,31°-148,46°)
Soflens 38	Polymancon	12	140,08±4,11°	(132,88°-145,27°)	(137,47°-142,70°)
Proclear	Omalfilcon B	6	139,91°±11,87°	(122,50°-154,65°)	(127,45°-152,37°)
Optix Aqua	Lotrafilcon B	11	133,11°±7,15°	(121,87°-147,66°)	(128,30°-137,92°)
Optix	Lotrafilcon B	10	122,74°±5,11°	(116,75°-133,56°)	(119,08°-126,40°)

Tabla 2. Tabla recogida de datos de las distintas LC. n: número de LC. SD: Desviación estándar. IC 95%: Intervalo de confianza del 95%. Mín – Máx: Mínimo y Máximo de cada media de los ángulos medidos de cada LC.

Una vez obtenidas las medidas de cada LC, se pasa a comparar cada LC por pares para finalmente conocer si existen diferencias estadísticamente significativas entre los ángulos de humectación de los distintos materiales.

Las LC en las que se encontraron diferencias estadísticamente significativas con un valor “ $p < 0,05$ ” en las parejas de LC, se muestran en la tabla 3.

<b>Comparación</b>	<b>P Levenne</b>	<b>P T student</b>
Oasys-Optix	0,593	P<0,001
Oasys-Optix Aqua	0,878	P<0,001
Oasys-Soflens 38	0,272	P=0,001
Biofinity-Optix	0,499	P<0,001
Biofinity-Optix Aqua	0,223	P<0,001
Biofinity-Soflens 38	0,809	P=0,009
Proclear-Optix	0,025	P=0,015
Optix-Optix Aqua	0,460	P=0,001
Optix-Soflens 38	0,567	P<0,001
Optix-PureVision HD	0,340	P<0,001
Optix Aqua-Soflens 38	0,206	P=0,009
Optix Aqua-PureVision HD	0,970	P<0,001
Soflens 38-PureVision HD	0,095	P=0,032

Tabla 3. Comparación entre LC que se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

Entre las demás comparaciones no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas, para poder confirmar que no existen, se debe realizar medidas de un número mayor de LC y observar que no hay diferencias.

En la Figura 5 se representan los datos de la tabla 2, se muestra en el eje X los distintos materiales de LC hidrofílicas analizadas y en el eje Y la media del ángulo, que se representa con un círculo negro, junto con el intervalo de confianza del 95% (IC 95%), que se representa la dispersión con una línea azul en vertical. La LC Optix es la LC más hidrófoba y que resulta la LC con mayor número de diferencias significativas entre las demás. En cuanto a la LC Proclear, es la LC con mayor dispersión, por lo que solo se obtienen diferencias significativas con Optix, ya que recoge mayor rango de valores.

Valiente A. Comparación del ángulo de humectación en distintos tipos de lentes de contacto.

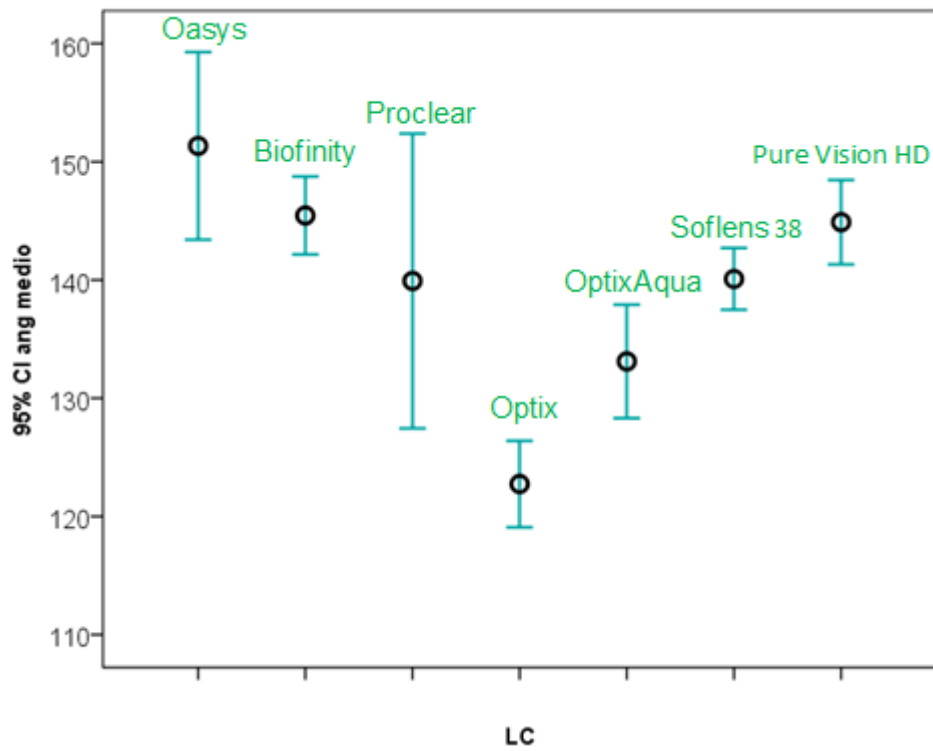


Figura 5. Comparación entre los distintos materiales de LC y su valor obtenido de ángulo de humectación.

## 4. DISCUSIÓN

La realización de este trabajo ha consistido en medir el ángulo de humectación en las distintos materiales de LC sin utilizar o nuevas, con el método de la burbuja cautiva. Este estudio aunque tiene sus ventajas a la hora de realizarlo con las LC hidrofílicas para evitar su deshidratación, también tiene inconvenientes, en primer lugar, debido a que la LC está inmersa en líquido (solución salina) durante el proceso, hace que ésta absorba y tenga mayor hidratación que en la situación en la que estuviera puesta en el ojo, en segundo lugar, el líquido que se elija para sumergir las LC para el estudio debe ser semejante al que se utilice en su uso habitual, ya que el líquido influirá en el resultado de la medida, y en tercer lugar, la burbuja de aire es un medio de bajo índice de refracción y se observa en un medio de alto índice de refracción, lo que hace que el ángulo que se desea medir varíe por la diferencia de medios<sup>12</sup>.

Las características de humectabilidad in-vitro de los materiales de las LC se investigan midiendo los ángulos de contacto mediante los métodos mencionados anteriormente. Clínicamente, el comportamiento in-vivo de la LC está influida por la superficie de la LC, por las características de la lágrima del paciente, el espesor y la geometría de la LC. La técnica in-vivo se puede evaluar utilizando la lámpara de hendidura como instrumento para medir el valor de la humectabilidad in vivo de dos métodos distintos, de manera invasiva o no invasiva, y entre ellos se encuentran principalmente, el tiempo de ruptura lagrimal que será una medida invasiva (BUT) o no invasiva (NIBUT). Estas técnicas ayudan al óptico-optometrista a encontrar soluciones para los pacientes que tienen problemas en la humectabilidad de la LC y con ello intentar disminuir los abandonos de LC<sup>13</sup>.

En 2011 Haddad et al. desarrollaron un método capaz de evaluar dos parámetros de humectabilidad in vivo, tanto el ángulo de humectación en LC hidrogel in vivo como el índice de dispersión líquida, llamado NOWA en el que se mide directamente sobre la superficie de la LC cuando el paciente lleva puestas las LC y mediante dos cámaras van registrando las diferentes imágenes para obtener tanto el ángulo de humectación como la velocidad de dispersión del líquido de las LC<sup>14</sup>.

En cuanto a las LC utilizadas en este estudio, hay numerosos tipos de LC que se han diseñado a lo largo de los años, pero en este trabajo se ha destacado la LC hidrofílica de reemplazo mensual (LCH) ya que resultan cómodas, tienen una alta hidratación, menor humectación y sobre todo fueron diseñadas para permitir un gran paso de oxígeno y con ello un mayor uso de horas diarias, mejorando así algunos problemas de LC fabricadas anteriormente, sobre todo relacionados con sequedad ocular, molestias e infecciones. Entre las LC hidrofílicas hay dos tipos de materiales: hidrogel convencional e hidrogel de silicona (LC Hi-Si). De las LC que se han utilizado, hidrogel convencional son Proclear y Soflens 38, e hidrogel de silicona son Optix, Optix Aqua, PureVision HD, Biofinity y Acuvue Oasys<sup>15</sup>.

En las LC Hi-Si tienen como uno de sus componentes la silicona que es extremadamente permeable al oxígeno. Por lo tanto, cuanto más silicona tenga una LC, más permeable será. Pero la silicona también tiene una serie de problemas, ya que es un material hidrofóbico y además rígida, por lo que hace que estas LC sean menos humectables y no tengan la hidratación deseada. Estos problemas se solucionaron incorporando recubrimientos hidrofílicos en la superficie de la LC para dar a los pacientes una mejor comodidad, humectabilidad y una reducción en la adherencia de depósitos, sobre todo, lípidos. Existen cuatro técnicas diferentes, diseñadas para crear una superficie hidrofílica que cubrirá la superficie hidrofóbica del polímero, con el que conforma la LC. El primer método, es un revestimiento de plasma de índice de refracción alto, uniforme, ultrafino (25nm de capa) y permanente. El segundo método, es un tratamiento de superficie de oxidación por plasma dando como resultado islas de silicato vítreo, estas "islas" de silicato son discontinuas y vidriosas, y aunque no cubren completamente la superficie, son suficientemente grandes y bien distribuidas como para permitir una buena humectabilidad de la LC y no afectar a la permeabilidad del material. También se intentó solucionar el problema de la humectabilidad usando agentes humectantes internos como la polivinilpirrolidona (PVP) y mejorar además la comodidad en la inserción. Estos recubrimientos no afectarían a la permeabilidad del oxígeno que ya existe en la LC y la película lagrimal será estable. Finalmente, la última técnica desarrollada fue Nanogloss, que combinaba tanto el método del plasma como el de oxidación por plasma, creando una superficie lisa desarrollado por la empresa Menicon<sup>16</sup>.

Todas estas LC tienen algunas diferencias, ya sea por su composición, estructura química de los materiales o el tipo de recubrimiento o tratamiento de superficie (Tabla 4), que hace que la interacción con la lágrima de los pacientes o solución de medida sea distinta en cada caso, causando así las diferencias estadísticamente significativas entre las LC. Por ejemplo, la Optix y la Optix Aqua son el mismo material o polímero, en cambio existen diferencias estadísticamente significativas entre ellas, esto podría deberse al tratamiento de superficie, ya que la Optix Aqua se le añadió un agente humectante que consigue una mayor comodidad y un mayor paso de oxígeno a través de la LC. Otro ejemplo, la PureVision HD y la Soflens 38, son del mismo fabricante, pero diferentes polímeros, ya que la PureVision HD tiene un tratamiento de superficie y es una LC Hi-Si, y la Soflens 38 no es una LC Hi-Si por ello no tiene tratamiento de superficie<sup>16</sup>.



LC	Tratamiento de superficie
Optix	Recubrimiento en plasma de 25nm de alto índice de refracción
Optix Aqua	Recubrimiento en plasma de 25nm de alto índice de refracción + agente humectante
Proclear	Sin superficie de tratamiento ya que no es Hi-Si
Soflens 38	Sin superficie de tratamiento ya que no es Hi-Si
PureVision HD	Recubrimiento por oxidación de plasma
Biofinity	Sin superficie de tratamiento
Acuvue Oasys	Sin superficie de tratamiento pero con agente humectante interno (PVP) que cubre la superficie

Tabla 4. Los tratamientos de superficie de las diferentes LC utilizadas. PVP: Polivinilpirrolidona

Se puede observar que la LC con más diferencias estadísticamente significativas respecto a las demás es la LC Optix que resulta ser la LC más hidrófoba. En cuanto a la LC más hidrofílica es la LC Oasys, que aún es la LC que se ha obtenido menor número de medidas al igual se han encontrado diferencias estadísticamente significativas. Al contrario ha ocurrido con la LC Proclear, que aunque también se han realizado menores medidas, solo se ha encontrado una diferencia significativa, además de ser la LC con mayor dispersión de datos, lo que indica que habría que realizar mayor número de medidas de este tipo para justificar las diferencias halladas.

Las limitaciones de ese estudio serían, en primer lugar, algunas LC se han roto al insertarlas y aplanar su superficie, por lo que el número de LC que se han analizado es bajo. Como por ejemplo ha ocurrido con la LC Proclear, que aunque había un bajo número de LC medidas se han encontrado diferencias estadísticamente significativas. Para llegar a confirmar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las LC que no las han presentado con estas medidas se debería ampliar el tamaño muestral. En segundo lugar, se debería realizar las medidas siempre en el mismo ambiente y condiciones para que no afecte a la medida (la temperatura, la humedad, la presión...). En tercer lugar, solo se han tomado medidas de LC limpias, por lo que se debería, en estudios posteriores, comparar el ángulo de humectación de LC limpias con LC usadas e intentar relacionar los valores con la comodidad del paciente. Y por último, se necesita cierta experiencia para realizar el trazado en la medida del ángulo de humectación y también para evitar que las LC se rompan en la manipulación.

## **5. CONCLUSIÓN**

Se ha demostrado según el método de la burbuja cautiva, que diferentes tipos de LC tienen diferencias estadísticamente significativas en sus propiedades de humectabilidad aún con un tamaño muestral bajo, incluso siendo del mismo material.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

1. Martín Herranz, R. Contactología aplicada. Madrid: Imagen y Comunicación Multimedia, 2005.
2. Tu Optometrista. ¿Qué son las lentes de contacto? | Tu Optometrista. [online] Available at: <http://www.tuoptometrista.com/lentes-de-contacto/que-son-las-lentes-de-contacto/> [Accessed 6 Feb. 2018].
3. Salvestrini, P. (noviembre 2016). Causas en el abandono de los usuarios de lentes de contacto: algunos datos y conclusiones. [online] Available at: <http://www.qvision.es/blogs/patrizia-salvestrini/2016/11/04/causas-en-el-abandono-de-los-usuarios-de-lentes-de-contacto-algunos-datos-y-conclusiones/> [Accessed 5 Mar. 2018].
4. Ibáñez E. “En España hay 2,5 millones de usuarios de lentes de contacto ¿Puede seguir creciendo esta cifra?” Gaceta optométrica y óptica oftálmica, Gaceta Business, junio 2012, nº471.
5. Martín Herranz, R. (2008). Biocompatibilidad de las lentes de contacto. Optimoda, [online] (141). Available at: <http://www.optimoda.es/noticia.asp?idnoticia=88589> [Accessed 26 Feb. 2018].
6. Durán de la Colina J.A. Complicaciones de las lentes de contacto. Universidad del País Vasco. 1998.
7. Neira Sanabria, O. (2014). Importancia del mantenimiento de los lentes de contacto. Franja Visual, [online] (122). Available at: <http://www.grupofranja.com/index.php/contactologia/item/94-importancia-del-mantenimiento-de-los-lentes-de-contacto> [Accessed 20 Feb. 2018].
8. Pintor, R. (2016). Lentes de contacto en ametropías altas. Franja Visual. [online] Available at: <http://www.grupofranja.com/index.php/contactologia/item/1100-lentes-de-contacto-en-ametropias-altas> [Accessed 20 Feb. 2018].
9. Rogers, R. (2006). In vivo and ex vivo wettability of hydrogel contact lenses. [tesis] Canada, pp.17-19. Available at: <https://uwspace.uwaterloo.ca/bitstream/handle/10012/2974/rrogers2006.pdf;jsessionid=C2726474EF4220CA73D9BE8D9589DF1D?sequence=1> [Accessed 21 Feb. 2018].
10. González Puertas, S. (2017). Medida del ángulo de humectación en lentes de contacto. [tfg] Valladolid: Universidad de Valladolid, Facultad de Ciencias. Available at: <http://file:///E:/USUARIO/Desktop/TFG/MemoriaTFGSaraGonzalezPuertas.pdf> [Accessed 21 Feb. 2018].
11. Imagej.nih.gov. (n.d.). ImageJ. [online] Available at: <https://imagej.nih.gov/ij/index.html> [Accessed 22 Feb. 2018].
12. Menzies, K. and Jones, L. The Impact of Contact Angle on the Biocompatibility of Biomaterials. Optometry and Vision Science, 2010, 87(6), pp. 387 – 399.

13. Pintor R, Mexía E y Valle YL. Comodidad con Lentes de Contacto: Un Factor Multidimensional. *Revista Panamericana de Lentes de Contacto*; abril/mayo/junio 2009; 1(2): 5-9.
14. Haddad M., Morgan B.P., Kelly M.F.J, Maldonado-Codina C. "A novel on-eye wettability analyzer for soft contact lenses". *Optometry and Vision Science*.2011; 88:1188–1195.
15. Gonzalez-Mejome, J. and Villa, C. Hidrogeles de Silicona: qué son, cómo los usamos y qué podemos esperar de ellos (I). *Gaceta Óptica*, 2007, nº 414.
16. Boone A. et al. Ex Vivo Protein Deposition on Bi-Weekly Silicone Hydrogel Contact Lenses. *Optometry and Vision Science*, 2009, 86(11):1241-1249.