



---

**Universidad de Valladolid**

FACULTAD DE CIENCIAS

# **Grado en óptica y optometría**

MEMORIA TRABAJO FIN DE GRADO TITULADO

## Comparación del ángulo de humectación en lentes de contacto con otros parámetros clínicos

Presentado por: Víctor Zabala Torres

Tutelado por: Irene Sánchez Pavón

Tipo de TFG:  Revisión  Investigación

En Valladolid a, 25 de mayo de 2021

## ÍNDICE

RESUMEN .....	3
1.INTRODUCCION .....	5
2. MATERIAL Y METODO .....	6
2.1. MATERIALES .....	6
2.2. MÉTODO.....	8
2.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	9
3. RESULTADOS .....	10
4. DISCUSIÓN.....	11
4.1. LIMITACIONES DEL ESTUDIO .....	13
CONCLUSIONES .....	14
BIBLIOGRAFÍA.....	15
ANEXOS .....	17
Anexo I – Informe favorable del CEIm.....	17
Anexo II – Modelo de hoja de consentimiento informado firmado por los pacientes.....	18

## RESUMEN

**Objetivos:** el objetivo de este estudio es medir el ángulo de humectación en lentes de contacto hidrofílicas tras su uso y buscar su relación con otros parámetros clínicos de los usuarios. Dichos parámetros son: edad, tiempo de uso y resultados en cuestionario OSDI.

**Materiales y métodos:** el método empleado en este estudio fue el de la burbuja cautiva, mediante el cual se analizaron las lentes de contacto aportadas por 55 pacientes voluntarios. Se realizó un análisis estadístico correlacionando el valor del ángulo de humectación con los parámetros de edad, tiempo de uso de las lentes de contacto y valor total de un cuestionario de ojo seco OSDI realizado a los pacientes. Este análisis se llevó a cabo de forma separada en las lentes de contacto de las dos distintas casas comerciales analizadas, Biofinity y Optix.

**Resultados:** únicamente se ha encontrado una correlación significativa entre el ángulo de humectación y el tiempo de uso en las lentes de contacto de Biofinity del ojo derecho ( $p = 0,01$ ). El resto de resultados en cuanto a tiempo de uso, como los de edad, resultado en cuestionario OSDI y la correlación entre los resultados de ambos ojos, no se encontró correlación estadísticamente significativa.

**Conclusión:** No se han encontrado correlaciones entre los parámetros clínicos medidos y el valor del ángulo de contacto. Puede que las limitaciones del estudio en cuanto a la muestra tomada para el estudio son la causa de no encontrar conclusiones más reveladoras, pero se puede tener en cuenta en futuras investigaciones.

**Palabras clave:** lentes de contacto, ángulo de humectación, ángulo de contacto, OSDI

## **ABSTRACT**

**Purpose:** the aim of this study is to measure the contact angle of hydrophilic contact lenses and assess their relationship with clinical parameters of the CL users. These parameters are: age, time of use and OSDI questionnaire results.

**Materials and methods:** the method used in this study was the captive bubble. 110 contact lenses provided by 55 volunteer were analyzed. Subsequently, a statistical analysis was carried out correlating the value of the contact angle with the parameters of age, time of contact lens wear and the total value of an OSDI dry eye questionnaire. The correlation between the data obtained from the wetting angle of the right eye and the left eye was also analyzed. Only Biofinity and Optix CL we used for this analysis.

**Results:** Only found a significant correlation between wetting angle and wear time for Biofinity contact lenses for the right eye ( $p=0.01$ ). The other parameters correlated with contact angle such as wear time, as well as those of age, the OSDI questionnaire result and the correlation between the results of both eyes, do not show statistical significance.

**Conclusions:** This study has limitations that may have limited the outcomes. Clinical data collected does not seem to be related with contact angle value.

After analyzing the results obtained, it is understood that the limitations regarding the sample taken for the study are the cause of not finding more revealing conclusions, but it can be taken into account in future research.

**Keywords:** contact lenses, wetting angle, contact angle, OSDI.

## 1. INTRODUCCION

Hay 140 millones de usuarios de lentes de contacto (LC) en todo el mundo, teniendo cada vez un mayor número de funciones, ya sean refractivas, cosméticas, terapéuticas o profilácticas (control de miopía).<sup>1,2</sup> En cuanto a su aplicación a la hora de corregir defectos refractivos (miopía, hipermetropía, astigmatismo y presbicia), las LC se presentan como una alternativa al uso de gafas o cirugía refractiva. Presentan ciertas ventajas frente al uso de gafas, como son estética, comodidad, eliminación de distorsiones laterales, campo visual más amplio y menor variación de la imagen retiniana.<sup>3</sup> Este trabajo se centrará en las lentes de contacto hidrofílicas (LCH), las cuales presentan como ventaja respecto a las lentes de contacto rígidas permeables a gas (LCRPG) una mayor comodidad inicial y una adaptación más sencilla, como contrapartida tienden a suponer más riesgo para la salud aumentando la probabilidad de tener más complicaciones.<sup>3</sup> Actualmente, mayoritariamente se adaptan LCH, suponiendo entre un 90 y 95% de las LC adaptadas en todo el mundo.<sup>4</sup>

Las complicaciones asociadas al uso de LC son bastante comunes, según un estudio, el 34,6% de usuarios de LC encuestados<sup>2</sup> ha sufrido al menos una complicación relacionada con el porte de LC. Estas complicaciones pueden ser de distintos tipos: en cuanto a las no infecciosas pueden ser cambios inducidos por hipoxia, inflamatorias, conjuntivitis papilar gigante, reacciones tóxicas y alérgicas, incomodidad por sequedad asociada al uso de LC y complicaciones mecánicas. En cuanto a las complicaciones de origen infeccioso, la más habitual sería queratitis microbiana principalmente.<sup>2</sup>

En cuanto a la incomodidad con LC, es un factor determinante en el abandono de su uso. Estos pacientes comienzan con una percepción de la LC sobre su ojo, continúan con una reducción de horas de uso cómodo de las LC, y, por último, con el abandono de uso de LC.<sup>5</sup> Además, son más frecuentes los casos de ojo seco en usuarios de LC que en la población no usuaria.<sup>6</sup> Existen muchos factores que pueden dar lugar a esta situación, algunos son modificables, como los parámetros, material, módulo de elasticidad de las LC o los sistemas de mantenimiento. Sin embargo, otros factores no son modificables, como las propiedades de la película lagrimal del sujeto o el ambiente en el que desarrolla sus actividades.<sup>5</sup> También pueden influir la edad a la que se comienza con el uso de LC, la motivación frente al uso y las capacidades económicas del paciente.<sup>7,8</sup> Los síntomas de la incomodidad con LC son sensaciones oculares adversas como sequedad, picor, visión borrosa, ardor, escozor, sensibilidad a la luz, cansancio, dolor...<sup>7,8</sup>

La recomendación habitual sobre uso de LC en régimen diario es de 8 horas al día, ya que conforme van pasando las horas de uso, se van formando depósitos de suciedad sobre la LC.<sup>3</sup> Los depósitos más comunes están formados por proteínas y lípidos de la película lagrimal, las principales proteínas depositadas son lisozimas desnaturalizadas, en cuanto a los depósitos lipídicos, están formados principalmente por derivados de las secreciones de las glándulas de Meibomio.<sup>9</sup> Por tanto, usar las LC más de lo recomendado aumenta el riesgo de aparición de depósitos sobre las LC. La aparición de depósitos, provoca que las LC se vuelvan más hidrófobas, reduciendo su humectación.<sup>2</sup> Todo esto puede producir la aparición de molestias, sequedad, sensación de cuerpo

extraño, pudiendo alterarse la película lagrimal y aparecer respuestas inflamatorias, punteados, erosiones corneales...<sup>10,11</sup>

La humectación de las LC va a determinar la relación que tienen éstas con los fluidos en su superficie, influyendo en la distribución que tiene la lágrima en la superficie de la LC. Por tanto, es un factor determinante a la hora de evitar situaciones de incomodidad con LC o la aparición de complicaciones. Tradicionalmente se define el ángulo de humectación como el ángulo que se forma en la superficie de un líquido al entrar en contacto con un sólido, en este caso, se medirá el ángulo que se forma entre una superficie que se encuentra inmersa en un medio líquido y una burbuja en contacto con ésta. Este estudio se basará en la medida de este parámetro para analizar la humectabilidad de las LC. Existen dos formas para medir el ángulo de humectación, la gota sésil y la burbuja cautiva.

Empleando el método de la gota sésil para hallar el ángulo de humectación, se mide el ángulo que forma una gota de un líquido en contacto con una superficie sólida. Al estar en contacto estas dos fases entre sí, una líquida y otra sólida, se forma una interfase común. La humectabilidad de un sólido es la capacidad de éste de formar interfaces con los líquidos. El valor de esta humectación se obtiene midiendo el ángulo de contacto ( $\alpha$ ) que se forma entre el líquido y el sólido.<sup>12,13</sup> Este método es el más utilizado de forma habitual, sin embargo, a la hora de medir la humectación en LC, este método es desfavorable debido a que las LC podrían deshidratarse<sup>14</sup>. Por este motivo en este estudio se utilizó el método de la burbuja cautiva. (Figura 1). Este método es aconsejable para la medición del ángulo de contacto en materiales hidrofílicos. Con esta técnica, se puede medir el ángulo de humectación de un material estando inmerso en un medio líquido, esta es la principal ventaja que presenta frente al método de la gota sésil. En este caso, se mide también el ángulo que se forma entre el sólido y una burbuja en contacto con su superficie, ambos inmersos en un medio.<sup>15</sup>

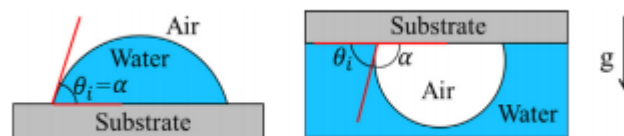


Fig. 1. Schematic depiction of CAs in two equilibrium configurations: (a) SD, (b) CB.

Figura 1. Comparativa entre gota sésil y burbuja cautiva. Extraída de Sarkar et al. Revisiting the supplementary relationship of dynamic contact angles measured by sessile-droplet and captive-bubble methods: Role of surface roughness. *J Colloid Interface Sci.* 2021;581:690-697

El objetivo de este estudio es analizar la relación del ángulo de contacto, parámetro objetivo, con algunos parámetros del uso de LC como la sintomatología de ojo seco que presenten los sujetos, el tiempo de uso, la edad de los pacientes y, por último, comparar el ángulo de humectación entre ambos ojos.

## 2. MATERIAL Y METODO

### 2.1. MATERIALES

Las LC utilizadas durante este trabajo fueron LC hidrofílicas de distintos materiales y casas comerciales que fueron recogidas de los sujetos de estudio.

El dispositivo experimental (Figura 2) se constituye por:

- Base articulada sobre la que se sitúan el resto de elementos.
- Sistema de iluminación.
- Celdilla (Figura 3), dentro de la cual, se coloca en un soporte circular (Figura 4) las LC inmersas en solución salina.
- Para tomar las imágenes se utilizó un Smartphone marca Xiaomi, modelo Redmi Note 6 Pro. La cámara del dispositivo es de 12MP, 1.4 $\mu$ m; apertura de f/1.9. Sobre la cámara del Smartphone se coloca una lente positiva sobre la cámara con un aumento de x12.
- Todos estos elementos estarán alineados en eje sobre la base articulada.
- Para crear las burbujas se utiliza una cánula de aire conectada a una jeringuilla que se insertaba en la celdilla por su parte inferior.
- El programa utilizado para la interpretación de las imágenes fue "ImageJ", desarrollado en instituciones del National Institutes of Health de Estados Unidos.
- El ángulo medido mediante el método de la burbuja cautiva fue el representado en la figura 1 como  $\alpha$ .



Figura 2. Base articulada con sistema de iluminación y celdilla.

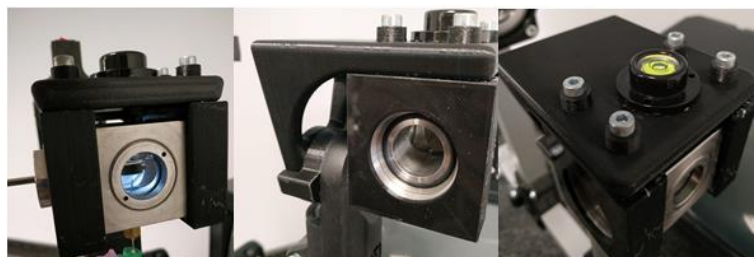


Figura 3. Celdilla vista desde diferentes ángulos. A la izquierda, imagen de la apertura de la celdilla por la que obtenemos las imágenes. En el centro, imagen de la abertura de la celdilla por donde se introduce el soporte para LC. A la derecha, imagen de la parte superior de la celdilla, donde se sitúa un nivel para el correcto alineamiento de la estructura.



Figura 4. Arriba a la izquierda Soporte para LC. Abajo a la izquierda, parte del soporte que se introduce en la celdilla. A la derecha, LC colocada en la estructura, se sujeta a está utilizando una goma.

## 2.2. MÉTODO

El estudio que se muestra a continuación comienza con la búsqueda de una población de estudio. El tipo de muestreo llevado a cabo ha sido el no probabilístico accidental.

En este estudio participaron voluntarios sanos, a los que previamente se les informó de las pruebas a realizar en el desarrollo del estudio mediante un consentimiento informado y una hoja de información. El protocolo del estudio fue aprobado por el Comité Ético que atiende a la Universidad de Valladolid (Valladolid Este). Todos los voluntarios fueron tratados de acuerdo a la declaración de Helsinki.

Se excluyó de este estudio a personas con presencia de patologías sistémicas que pudiesen tener afectación ocular o influir en la visión, cirugías oculares o presencia de patologías oculares de cualquier tipo, especialmente en la superficie ocular que afectase al uso de LC y a la visión.

Como se ha mencionado previamente, las LC usadas durante este trabajo son LCH recogidas a los sujetos de estudio después de que los sujetos terminasen con el periodo de uso de ese par de LC. Se les realizó a los sujetos el cuestionario OSDI para evaluar su sintomatología relativa al ojo seco, también se les preguntó sobre el régimen de uso con sus LC, el sistema de mantenimiento empleado y el material de las LC. Se recogió todas estas variables en una hoja de Excel con el objetivo de asociarlas con los datos obtenidos. No se descartó ninguna muestra ya que todas se ajustaban al experimento propuesto.

Después de haber recogido las LC, se analizaron en un tiempo menor a dos semanas después de su recogida. Antes de analizarlas, se realizó un lavado con solución salina con el objetivo de eliminar las sustancias de mantenimiento de las LC, de esta forma, solo se analiza la humectación de las LC sin que los agentes humectantes de las soluciones de mantenimiento interfieran en la medida.<sup>15</sup>



Zabala V. Comparación del ángulo de humectación en lentes de contacto con otros parámetros clínicos.

Durante el proceso, se colocan las LC en el soporte circular (figura 4) antes mencionado, la LC se sujetaba al soporte con una goma, que a su vez tensaba la LC para que quedase estirada y plana. Es importante que, al colocar la LC no se toque el centro de la LC con las manos para no ensuciar la LC y alterar los valores de la medida, también es importante que la LC no se arañe ni se rompa.

El soporte se introduce dentro de la celdilla, quedando ésta cerrada, la LC debe estar con su cara externa hacia abajo.

Por un agujero localizado en la parte inferior de la celdilla se introduce la cánula conectada a la jeringuilla, con ella se insuflan burbujas de aire que quedarán adheridas a la superficie de la LC (Figura 5).

En el lado de la celdilla opuesto a la fuente de luz está localizada una apertura por la que se toman las imágenes de la burbuja adherida a la LC. Estas imágenes se analizan con el programa "ImageJ". ImageJ es un programa informático de tratamiento digital de imagen orientado principalmente hacia el ámbito de las ciencias de la salud. Se trata de un software de dominio público y de código abierto desarrollado en lenguaje Java en las instituciones del National Institutes of Mental Health de Estados Unidos.<sup>16</sup>

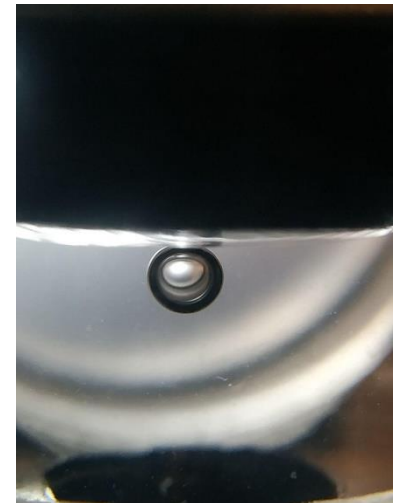


Figura 5. Burbuja adherida a superficie de LC.

Se toman las medidas del ángulo que forma el aire entre la burbuja y la LC tanto en el lado derecho como izquierdo. (Figura 6)



Figura 6. Medida de los ángulos entre la burbuja y la superficie de la LC y la base. Imagen obtenida mediante Image J.

### 2.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se recogieron todos los datos clínicos obtenidos de los cuestionarios y las mediciones realizadas en una hoja de cálculo de Microsoft Office Excel. Posteriormente se llevó a cabo el análisis estadístico de estos datos mediante el programa IBM Statistical Package for the Social Sciences Statistics (SPSS 23.0 para Windows).

Zabala V. Comparación del ángulo de humectación en lentes de contacto con otros parámetros clínicos.

La normalidad de los datos se evaluó mediante el test Kolmogorov-Smirnov, tomando un valor de  $P > 0.05$  como valor normal. En este caso, la muestra no sigue una distribución normal ( $P < 0.05$ ), y se trata de un tamaño muestral reducido.

Se calculó el coeficiente de correlación no paramétrico Rho de Spearman entre los valores de edad, tiempo de uso y resultado total de cuestionario OSDI frente a los valores obtenidos del ángulo de humectación, tanto del ojo derecho como del ojo izquierdo. Se tomó un valor de  $P < 0.05$  como estadísticamente significativo.

### 3. RESULTADOS

En este estudio, se obtuvieron las LC de 55 voluntarios, un total de 110 LC, de las cuales se rompieron 11 (12,1%) durante la realización las mediciones. Las LC empleadas fueron de distintas casas comerciales, siendo mayoritariamente de Optix (n = 38) (Alcon, Estados Unidos, Texas) y de Biofinity (n = 32) (CooperVision, Estados Unidos, California). Por ello, el análisis de resultados se centrará en las LC obtenidas de estas dos marcas por ser de las que más muestras se obtuvieron.

Relacionando los resultados obtenidos de ángulo de humectación con la edad, se encuentra que no hay correlación del valor del ángulo de humectación en ojo derecho (OD) y ojo izquierdo (OI) en función de la edad del paciente. (Tabla 1).

	Ojo	Ángulo medio $\pm$ DE	Edad	R <sup>2</sup> /P-valor
Biofinity	OD	146,74° $\pm$ 12,16°	23,25 $\pm$ 3,74	R <sup>2</sup> =0,08 / P=0,75
Optix		151,05° $\pm$ 8,67°	27,50 $\pm$ 11,21	R <sup>2</sup> =0,25 / P=0,41
Biofinity	OI	149,80° $\pm$ 4,68°	23,25 $\pm$ 3,74	R <sup>2</sup> =0,40 / P=0,10
Optix		150,46° $\pm$ 5,99°	27,50 $\pm$ 11,21	R <sup>2</sup> =0,26 / P=0,37

Tabla 1. Relación entre los valores de ángulo de humectación y edad.

Si se correlacionan los resultados obtenidos de ángulo de humectación y el tiempo de uso de las LC, se observa que únicamente hay una correlación significativa entre el tiempo de uso y el ángulo medio en las LC de Biofinity en los ojos derechos, en el resto no encontramos una correlación significativa. (Tabla 2).

	Ojo	Ángulo medio $\pm$ DE	Tiempo de uso días/mes	R <sup>2</sup> /P-valor
Biofinity	OD	146,74° $\pm$ 12,16°	30,53 $\pm$ 5,50	R <sup>2</sup> = 0,56 / <b>P=0,01</b>
Optix		151,05° $\pm$ 8,67°	28,12 $\pm$ 12,20	R <sup>2</sup> = -0,29 / P=0,34
Biofinity	OI	149,80° $\pm$ 4,68°	30,53 $\pm$ 5,50	R <sup>2</sup> =0,27 / P=0,30
Optix		150,46° $\pm$ 5,99°	28,12 $\pm$ 12,2	R <sup>2</sup> =0,28 / P=0,33

Tabla 2. Relación entre los valores de ángulo de humectación y tiempo de uso.

Cuando se correlacionan los datos obtenidos de ángulo de humectación de OD y OI, se observa ver que no hay correlación entre ambos. (Tabla 3).

	Ángulo medio OD $\pm$ DE	Ángulo medio OI $\pm$ DE	R <sup>2</sup> /P-valor
Biofinity	146,74° $\pm$ 12,16°	149,8° $\pm$ 4,68°	R <sup>2</sup> = 0,39 / P=0,12
Optix	151,05° $\pm$ 8,67°	150,46° $\pm$ 5,99°	R <sup>2</sup> = -0,91 / P=0,78

Tabla 3. Relación entre los valores de ángulo medio de OD y OI.

Zabala V. Comparación del ángulo de humectación en lentes de contacto con otros parámetros clínicos.

Al correlacionar los datos obtenidos de ángulo de humectación y total del cuestionario OSDI, se observa que no hay correlación entre ellos (Tabla 4).

	Ojo	Ángulo medio $\pm$ DE	OSDI	R <sup>2</sup> /P-valor
Biofinity	OD	146,74° $\pm$ 12,16°	10,59 $\pm$ 8,81	R <sup>2</sup> =0,27 / P=0,25
Optix		151,05° $\pm$ 8,67°	10,93 $\pm$ 7,56	R <sup>2</sup> = 0,27 / P=0,38
Biofinity	OI	149,80° $\pm$ 4,68°	10,59 $\pm$ 8,81	R <sup>2</sup> =-0,41/ P=0,09
Optix		150,46° $\pm$ 5,99°	10,93 $\pm$ 7,56	R <sup>2</sup> =-0,27 / P=0,35

Tabla 4. Relación entre valores de ángulo de humectación y total OSDI.

## 4. DISCUSIÓN

La lágrima tiene una gran importancia debido a las funciones que lleva a cabo en la superficie ocular, por tanto, es determinante también en la adaptación de LC. Es el dioptrio que permite la corrección visual siendo el nexo de unión entre la LC y el resto del sistema ocular. Sirve como medio de transporte para los nutrientes y las sustancias metabólicas, también influye en la hidratación y humectación de la LC, siendo importante para la tolerancia de la LC y la comodidad de su porte.<sup>4</sup>

El hecho de colocar una LC en la superficie ocular produce unos determinados cambios en la película lagrimal como la división en lágrima pre-LC y post-LC, altera la capa lipídica de la película lagrimal, aumenta la evaporación de la lágrima y también reduce el volumen y la estabilidad de la lágrima.<sup>4,17</sup> La película lagrimal pre-LC está constantemente “rompiéndose” produciendo zonas de la LC que no están recubiertas de lágrima y las LC tienen que favorecer que ésta se recupere de forma suave con el parpadeo. Esta lágrima pre-LC desempeña una labor muy importante para tener una buena interacción con los párpados.<sup>4,18</sup>

Otras modificaciones surgidas del porte de LC son la aparición de alteraciones en la composición de la lágrima y alteraciones biofísicas. En consideración a las alteraciones biofísicas se establece que el porte de LC aumenta el porcentaje de parpadeos incompletos y reduce la frecuencia del parpadeo, pudiendo esto provocar el desarrollo de sintomatología de ojo seco, otras alteraciones de este tipo que como ya se ha comentado son la afectación de la estabilidad lagrimal y la evaporación. Por último, el porte de LC también puede alterar el pH lagrimal, acidificándolo.<sup>4</sup>

A la hora de realizar el análisis estadístico solo se encontró correlación entre la medida del ángulo de humectación y el tiempo de uso en el OD de las LC de la marca Biofinity ( $p=0,01$ ), en el resto de parámetros clínicos analizados, no se encuentra correlación con ninguna de las dos LC. Se entiende que estos resultados pueden estar limitados por varios factores, como el tamaño muestral, que han impedido una mejor obtención de datos. Un aspecto bastante llamativo es el hecho de que no hay correlación entre los valores obtenidos de la medición del ángulo de humectación de ojo derecho e izquierdo. Esto puede tener dos lecturas distintas, una es que es probable que, en un mismo sujeto, los dos ojos alteren de forma distinta el ángulo de humectación, la otra lectura es que es posible que se haya cometido algún error durante el proceso, dicho error no se ha conseguido localizar y no se puede llevar a cabo el proceso desde el inicio dado que las muestras de LC con las que se trabajó fueron desechadas una vez terminaba el proceso con cada una. Por lo que hay que ser cauto con los resultados presentados.

Se estima que todos los años un 20% de los usuarios de LC abandona su uso.<sup>19</sup> Los dos motivos más importantes de abandono en el uso de LC son las complicaciones que puedan derivar de su uso y la incomodidad. Estos dos aspectos pueden ser evitables mediante una correcta adaptación y revisiones periódicas, en las que se pueden realizar cambios en el diseño, parámetros y material de las LC, aunque también se puede mejorar el manejo por parte del

paciente insistiendo en los protocolos de desinfección y en el cumplimiento del régimen de uso. Cambiar el sistema de mantenimiento, régimen de uso o la frecuencia de reemplazo son alternativas que tienen como objetivo prevenir o eliminar estas complicaciones o síntomas de incomodidad. Aunque, como se ha comentado, se pueden hacer diversos cambios en la adaptación de unas LC para solventar las complicaciones e incomodidades, es importante seguir investigando para alcanzar mejoras en todos estos parámetros y, de esta forma, lograr adaptaciones más satisfactorias y con menos riesgos de estas complicaciones e incomodidades, de forma que estas complicaciones e incomodidades sean aún más infrecuentes y disminuyan la tasa de abandono.

En los últimos años, se han estado desarrollando materiales para LC con alta transmisibilidad al oxígeno basados en combinaciones de materiales de hidrogel con monómeros de siloxano, esto presenta como desventaja el hecho de que el siloxano aumenta la hidrofobicidad de los materiales, reduciendo la comodidad del uso de este tipo de LC y, por tanto, aumentando el número de abandonos. La humectación de las LC puede jugar un papel importante en la adaptación.<sup>14</sup> Para solventar los problemas de hidrofobicidad y humectación, mejorando a su vez la comodidad y reduciendo la adherencia de depósitos a las LC. Esto se puede conseguir mediante distintos métodos. Uno de ellos consiste en darle a la lente un revestimiento de plasma con alto índice de refracción, se trata de un revestimiento distribuido por toda la lente de un grosor de 25nm. Otro de los métodos consiste en un tratamiento llevado a cabo en una cámara reactiva de plasma de gas que produce una oxidación en la superficie de las LC, dejando sobre ella unas “islas” de silicato vítreo, de esta forma, aunque no cubren la totalidad de la superficie cumplen con su función a la vez que no impiden un correcto paso de oxígeno. Otro método empleado es el uso de agentes humectantes, al contrario que los tratamientos descritos anteriormente, estos agentes humectantes se incluyen en la matriz de las LC, de esta forma se evita que el tratamiento interactúe con la lágrima y la altere. Por último, otro método utilizado es una combinación de los dos primeros métodos, tanto el tratamiento con plasma como el de oxidación de plasma.<sup>20</sup>

Aunque no existen estudios semejantes a este, sí que existen estudios que se encuadran en esta línea similar de analizar la superficie de la lente frente al confort subjetivo que ofrecen las lentes de contacto. En 2015, Wolffsohn et al. y Varikooty et al. no encontraron diferencias estadísticamente significativas en la adaptación de diferentes LC que puedan asociarse a la variación del confort.<sup>21</sup>

Analizando otros estudios que valoran la humectación en diferentes situaciones se observa, por ejemplo, en 2018 el estudio de Vidal-Rohr et al. tras un ensayo clínico randomizado, cruzado y doble ciego, concluye que no existen diferencias ni en cuanto a la desecación de la LC medida con diferentes técnicas, ni en la sintomatología entre la misma LC con tratamiento de superficie y sin el tras el uso mensual.<sup>6</sup> Sin embargo, en 2019 el estudio de Guillon et al. sí que encuentra diferencias en las medidas de humectación realizadas con NIBUT entre las dos LC probadas de forma enmascarada y randomizada. Pero hasta el momento no existen estudios que midan la humectación de la LC tras su uso de forma aislada, sin la influencia de la superficie ocular y la adaptación.<sup>22</sup>

#### 4.1. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El estudio se ha llevado a cabo sobre un grupo poblacional adulto, sano y de edades comprendidas entre los 18 y 30 años, siendo ésta una de las limitaciones de los resultados obtenidos, dado que las personas jóvenes suelen tener menos síntomas y son usuarios de LC con menos años de porte que personas con más edad. El hecho de que sean personas jóvenes también lleva a que un reducido número de personas tuviese resultados en el cuestionario OSDI positivos, en total 15 personas (27,27%), de las cuales, 9 personas (16,36%) tuvieron unos resultados leves/moderados y 6 personas (10,90%) tuvieron unos resultados moderados/graves. Otro posible factor puede ser el hecho de que se haya utilizado una muestra heterogénea de casas comerciales de LC que ha reducido la cantidad de muestras que han sido útiles para los resultados y por ese motivo no se encuentre correlaciones significativas.

Como consideraciones para mejorar el estudio y sus resultados, se podría llevar a cabo analizando grupos poblacionales más heterogéneos, en los que hubiese gente de edades distintas, más mayores, clasificándoles por los años de uso de LC, formando a su vez un tamaño muestral mayor. También se podría buscar grupos poblacionales constituidos por personas que sí tuviesen sintomatología de incomodidad con LC u ojo seco utilizando otros cuestionarios. Por último, si se llevase a cabo el estudio únicamente con usuarios de un mismo tipo de LC, consideramos que los resultados serían más fiables por aumentar el tamaño muestral.

## CONCLUSIONES

Este estudio sobre el ángulo de contacto en LC, correlacionándolo con distintos valores clínicos, llevado a cabo mediante el método de la burbuja cautiva, no ha conseguido demostrar una correlación entre los distintos parámetros clínicos medidos y el valor del ángulo de humectación. Dadas las limitaciones del estudio y de sus resultados, no se puede negar categóricamente una posible relación entre estos parámetros y el ángulo de contacto. Por lo tanto, sigue siendo importante la investigación en este ámbito con el fin de mejorar las futuras adaptaciones de LC y evitar posibles complicaciones, incomodidades y el abandono del uso.

Pero, pese a las limitaciones del estudio, hemos encontrado una correlación entre el ángulo de humectación y el tiempo de uso en las LC de la marca Biofinity en el OD. Este estudio puede llegar a servir como precedente para que futuros investigadores que deseen llevar a cabo proyectos similares, tengan claro las limitaciones que pueden llegar a llevar a resultados poco útiles.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Batlle-Ferrando S, Marín-Martínez S, Boniquet S, Sabater N. Complications associated with the use of soft contact lenses. *Semergen*. 2020;46(3):208-213. doi:10.1016/j.semerg.2019.09.004
2. Lim CHL, Stapleton F, Mehta JS. Review of contact lens-related complications. *Eye Contact Lens*. 2018;44:S1-S10. doi:10.1097/ICL.0000000000000481
3. Martín Herranz R. *Contactología aplicada*.; 2005. 13-40, 103-139
4. González-Méijome, José Manuel, Villa Colar C. *Superficie ocular y lentes de contacto*. ICM.; 2015. 15-36, 69-92.
5. Kuc CJ, Lebow KA. Contact Lens Solutions and Contact Lens Discomfort: Examining the Correlations Between Solution Components, Keratitis, and Contact Lens Discomfort. *Eye Contact Lens Sci Clin Pract*. 2018;44(6):355-366. doi:10.1097/ICL.0000000000000458
6. Vidal-Rohr M, Wolffsohn JS, Davies LN, Cerviño A. Effect of contact lens surface properties on comfort, tear stability and ocular physiology. *Contact Lens Anterior Eye*. 2018;41(1):117-121. doi:10.1016/j.clae.2017.09.009
7. Dumbleton K, Caffery B, Dogru M, et al. The TFOS International Workshop on Contact Lens Discomfort: Report of the subcommittee on epidemiology. *Investig Ophthalmol Vis Sci*. 2013;54(11):20-36. doi:10.1167/iovs.13-13125
8. Richdale K, Sinnott LT, Skadahl E, Nichols JJ. Frequency of and Factors Associated With Contact Lens Dissatisfaction and Discontinuation. *Cornea*. 2007;26(2):168-174. doi:10.1097/01.ico.0000248382.32143.86
9. Suchecki JK, Donshik P, Ehlers WH. Contact lens complications. *Ophthalmol Clin North Am*. 2003;16(3):471-484. doi:10.1016/S0896-1549(03)00056-7
10. Jones L, Senchyna M, Glasier MA, et al. Lysozyme and lipid deposition on silicone hydrogel contact lens materials. *Eye Contact Lens*. 2003;29(1 Suppl):S75-S79. doi:10.1097/00140068-200301001-00021
11. Bruce AS, Golding TR, Au SWM, Rowhani H. Mechanisms of dryness in soft lens wear— role of BUT and deposits. *Clin Exp Optom*. 1995;78(5):168-175. doi:10.1111/j.1444-0938.1995.tb00816.x
12. Rodríguez García-Cebadera Á. Estudio del ángulo de contacto y de mojabilidad a alta temperatura de fases líquidas en la sinterización de metales. Published online octubre de 2010.
13. (PDF) Evaporación de gotas sésiles en superficies sólidas. Accedido febrero 20, 2021. [https://www.researchgate.net/publication/268147079\\_Evaporacion\\_de\\_gotas\\_sesiles\\_en\\_superficies\\_solidas](https://www.researchgate.net/publication/268147079_Evaporacion_de_gotas_sesiles_en_superficies_solidas)
14. Fagehi R, Tomlinson A, Manahilov V, Haddad M. Contact lens in vitro



- wettability by interferometry measures of drying dynamics. *Eye Contact Lens*. 2013;39(6):365-375. doi:10.1097/ICL.0b013e318297394c
15. Sanchez I, Carmona FJ, Gonzalez-Puertas S, Valiente A, Martin R. Intrasession Repeatability of the Contact Angle Measured Using the Captive Bubble Method and Agreement Assessed Between Different Analysis Software Programs. *Eye Contact Lens*. 2020;46(6):385-390. doi:10.1097/ICL.0000000000000655
  16. Introduction to ImageJ. Accedido marzo 19, 2021. <https://imagej.nih.gov/ij/docs/intro.html>
  17. Tear Film and Ocular Surface Society: non-profit organization to advance the research, literacy, and educational aspects of the scientific field of the tear film and ocular surface.
  18. Cheng L, Muller SJ, Radke CJ. Wettability of silicone-hydrogel contact lenses in the presence of tear-film components. *Curr Eye Res*. 2004;28(2):93-108. doi:10.1076/ceyr.28.2.93.26231
  19. Asbell PA. Contact Lens Discomfort: Can We Prevent Dropout? *Eye Contact Lens Sci Clin Pract*. 2017;43(1):1-1. doi:10.1097/ICL.0000000000000358
  20. Boone A, Heynen M, Joyce E, Varikooty J, Jones L. Ex vivo protein deposition on Bi-weekly silicone hydrogel contact lenses. *Optom Vis Sci*. 2009;86(11):1241-1249. doi:10.1097/OPX.0b013e3181bbc1b3
  21. Wolffsohn J, Hall L, Mroczkowska S, et al. The influence of end of day silicone hydrogel daily disposable contact lens fit on ocular comfort, physiology and lens wettability. *Contact Lens Anterior Eye*. 2015;38(5):339-344. doi:10.1016/j.clae.2015.03.010
  22. Guillon M, Patel T, Patel K, Gupta R, Maissa CA. Quantification of contact lens wettability after prolonged visual device use under low humidity conditions. *Contact Lens Anterior Eye*. 2019;42(4):386-391. doi:10.1016/j.clae.2019.03.004

## ANEXOS

### Anexo I – Informe favorable del CEIm



#### COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN CON MEDICAMENTOS ÁREA DE SALUD VALLADOLID

Valladolid a 20 de diciembre de 2018

En la reunión del CEIm ÁREA DE SALUD VALLADOLID ESTE del 20 de diciembre de 2018, se procedió a la evaluación de los aspectos éticos del siguiente proyecto de investigación.

PI 18-1164	EVALUACIÓN DEL ÁNGULO DE HUMECTACIÓN EN LENTES DE CONTACTO TRAS SU USO HABITUAL	IP: IRENE SÁNCHEZ PAVÓN. EQUIPO: CRISTINA HIDALGO GUTIÉRREZ ÓPTICA UVA RECIBIDO: 13-12-2018
TFG		
NO HCUV		

A continuación les señalo los acuerdos tomados por el CEIm ÁREA DE SALUD VALLADOLID ESTE en relación a dicho Proyecto de Investigación:

Considerando que el Proyecto contempla los Convenios y Normas establecidos en la legislación española en el ámbito de la investigación biomédica, la protección de datos de carácter personal y la bioética, se hace constar el **informe favorable** y la **aceptación** del Comité de Ética de la Investigación con Medicamentos Área de Salud Valladolid Este para que sea llevado a efecto dicho Proyecto de Investigación.

Un cordial saludo.

F. Javier Álvarez  
Dr. F. Javier Álvarez.  
CEIm Área de Salud Valladolid Este  
Hospital Clínico Universitario de Valladolid  
Farmacología, Facultad de Medicina,  
Universidad de Valladolid,  
c/ Ramón y Cajal 7,  
47005 Valladolid  
alvarez@med.uva.es,  
jalvarezgo@saludcastillayleon.es  
tel.: 983 423077



Anexo II – Modelo de hoja de consentimiento informado firmado por los pacientes.

Consentimiento informado para el estudio *“Evaluación del ángulo de humectación en lentes de contacto tras su uso habitual”*

D/Dña \_\_\_\_\_ con DNI \_\_\_\_\_ y  
\_\_\_\_\_ años de edad residente en \_\_\_\_\_ provincia  
de \_\_\_\_\_ manifiesto que he sido informado/a por  
\_\_\_\_\_ sobre los siguientes aspectos en cuanto a  
mi participación en el estudio arriba mencionado.

1. He leído la hoja de información que se me ha entregado.
2. Mi participación en este estudio es de forma voluntaria.
3. Acepto que se me realicen las exploraciones optométricas necesarias para el desarrollo del estudio.
4. Conozco y asumo los efectos secundarios que se puedan derivar de este estudio y que me han explicado los investigadores.
5. He podido hacer preguntas sobre el estudio y he recibido suficiente información sobre el estudio.
6. He hablado con el equipo investigador abajo firmante.

Por lo que declaro que todas mis dudas y preguntas han sido aclaradas, que he comprendido que mi participación es voluntaria y que comprendo que puedo revocar mi consentimiento para este estudio cuando quiera, sin tener que dar explicaciones y sin que esto repercuta en mis cuidados médicos. Por ello doy mi consentimiento para participar en el estudio.

En Valladolid, a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2020

Firma del sujeto

Firma del Testigo

Firma del Investigador

Estoy de acuerdo en que mis datos personales relativos a este trabajo sean almacenados, procesados electrónicamente y transmitidos, con propósitos de análisis de los datos derivados de este estudio. Doy mi consentimiento para que el personal autorizado del Departamento de Física Teórica Atómica y Óptica o las autoridades sanitarias revisen que el estudio se está llevando a cabo de manera correcta e inspeccionen mi historial referente a mi colaboración en el mismo.

Así mismo autorizo a mi investigador a que revele la información necesaria recogida en el estudio para que pueda ser procesada, sin que se revele mi identidad.

Fecha