

Alonso B. Técnicas objetivas de medida de la película lagrimal



Universidad de Valladolid

FACULTAD DE CIENCIAS

Grado en Óptica y Optometría

MEMORIA TRABAJO FIN DE GRADO TITULADO

Técnicas objetivas de medida de la película lagrimal

Presentado por: Beatriz Alonso Molina

Tutelado por: Alberto López de la Rosa

Tipo de TFG: Revisión

En Valladolid a, 26 de Mayo de 2017

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	3
MATERIAL Y MÉTODO.....	5
RESULTADOS	6
2.1. Evaluación de la producción de la lágrima.....	6
2.1.1. Schirmer I.....	6
2.1.2. Schirmer II.....	6
2.1.3. Hilo de rojo de fenol	6
2.2. Evaluación del menisco lagrimal.....	7
2.2.1. Altura del menisco lagrimal	7
2.2.2. Radio del menisco lagrimal	7
2.3. Evaluación de la estabilidad lagrimal	8
2.3.1. Tiempo de ruptura lagrimal (BUT).....	8
2.3.2. Tiempo de ruptura lagrimal no invasivo (NIBUT)	8
2.4. Evaluación de la capa lipídica.....	9
2.4.1. Patrón interferencial.....	9
2.5. Evaluación de la eliminación de la lágrima	9
2.5.1. Test de aclaramiento de la fluoresceína	9
2.5.2. Fluorofotometría.....	10
2.5.3. Evaporimetría.....	10
DISCUSIÓN.....	11
CONCLUSIONES	13
BIBLIOGRAFÍA.....	14

INTRODUCCIÓN

La lágrima es una estructura líquida que cubre la conjuntiva ocular y la córnea. Ésta es producida por la glándula lagrimal principal, las glándulas de Meibomio, Zeiss, Moll, Krause y Wolfring, las células caliciformes y las criptas de Henle.^{1,2} Cada una de ellas secreta una serie de componentes, como el agua, u otras sustancias como electrolitos, sales, proteínas, aminoácidos o vitaminas, entre otros, que forman las tres capas de la película lagrimal (Figura 1). La primera de ellas es una capa mucosa (0,6-1 μm de espesor), que procede de la secreción de las células caliciformes y las criptas de Henle. La segunda es una capa intermedia acuosa (7 μm de espesor), constituida por la secreción de la glándula lagrimal y las glándulas accesorias de Krause y Wolfring. Y la tercera es una capa lipídica superficial (0,1 μm de espesor) que procede en gran parte de la secreción de las glándulas de Meibomio, y en menor medida de las glándulas De Zeiss y Moll.^{1,2} La lágrima se puede eliminar mediante un proceso de evaporación o ser excretada a través de la vía que forman los conductos lagrimales, el saco lagrimal y el saco lagrimonasal. En este segundo caso, el parpadeo hace que la lágrima llegue al canalículo común, pasando al saco lagrimal, que se continúa con el conducto nasolagrimal y finalmente se drena.^{1,2}



Figura 1. Composición de la película lagrimal. Imagen obtenida de Mayorga.²

La película lagrimal tiene una gran importancia fisiológica y óptica en el funcionamiento del ojo humano, ya que va a garantizar tanto la salud de la superficie ocular como la calidad visual. Por todo ello la película lagrimal tiene una serie de funciones, las cuales se pueden clasificar en: función óptica, la cual mantiene una superficie óptica uniforme con un índice de refracción similar al de la córnea, debido a eso la falta de película lagrimal daría lugar a una

visión borrosa; función lubricante, que disminuye la fricción entre la conjuntiva palpebral y la superficie ocular, ya que la lágrima se extiende por el epitelio manteniendo un ambiente suave y húmedo para las células epiteliales; función de limpieza, la película lagrimal elimina productos de desecho, células epiteliales descamadas y sustancias externas al ojo; función antimicrobiana, ya que actúa como protección frente a los microorganismos, a través de proteínas y células fagocitarias actuando como mecanismo de defensa frente a cualquier factor externo que produzca daño en el tejido; y función nutritiva, la superficie de la córnea es avascular para garantizar su transparencia, por ello la lágrima nutre al epitelio corneal y conjuntival.^{1,2}

Se pueden encontrar una serie de enfermedades o condiciones relacionales con una irregularidad en la película lagrimal, entre las más destacadas se encuentran el síndrome de ojo seco o los síntomas de incomodidad ocular durante el uso de lentes de contacto. El síndrome de ojo seco es un trastorno multifactorial de la superficie ocular y de la lágrima caracterizado por inflamación de la superficie ocular, un alto valor de la osmolaridad de la lágrima, un deterioro de la visión y una inestabilidad de la película lagrimal. Las pruebas de lágrima son las más utilizadas para el diagnóstico de ojo seco, tales como el tiempo de ruptura lagrimal o el test de Schirmer.³ Por otro lado, la incomodidad durante el uso de lentes de contacto puede ser debida a una alteración en la composición de la película lagrimal, que ocasiona el aumento de la evaporación de la fase acuosa lagrimal. Además, se pueden generar depósitos en la superficie de las lentes de contacto, ya que entre cada parpadeo no se forma una película lagrimal uniforme. Por todo ello es fundamental realizar una serie de pruebas que evalúen la cantidad y calidad de la lágrima antes de la adaptación de lentes de contacto.⁴

El objetivo de este trabajo ha sido conocer las diferentes técnicas de medida objetiva de la película lagrimal, así como hacer una comparación exhaustiva entre cada una de ellas.

MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó una revisión bibliográfica en la que se han consultado libros de texto académicos y revistas oftalmológicas de diferentes fuentes de búsqueda como Pudmed, Google Académico, o la biblioteca de la Universidad de Valladolid. Para ello, se realizó una búsqueda relacionada con las características de la película lagrimal y los diferentes métodos y materiales que se usan para su estudio.

Tras la búsqueda, se hizo una clasificación ordenada para dar una mejor comprensión, por lo que dividimos las técnicas encontradas en categorías, las cuales fueron: evaluación de la producción de la lágrima, evaluación del menisco lagrimal, evaluación de la estabilidad lagrimal, evaluación de la capa lipídica y evaluación de la eliminación de la lágrima.

RESULTADOS

2.1. Evaluación de la producción de la lágrima

A continuación se explican una serie de técnicas que se utilizan para la medida de la secreción lagrimal.

2.1.1. Schirmer I

El test de Schirmer I se realiza colocando al paciente una tira de papel de filtro, de unos 5 mm de ancho y 35 mm de largo, en el tercio lateral del fornix inferior (Figura 2). Se le pide al paciente que cierre los ojos durante cinco minutos. Una vez pasado este tiempo, se retira la tira y se mide la longitud del papel que ha absorbido lágrima. Los valores normales son a partir de 15 mm de humectación de la tira.^{1,5}

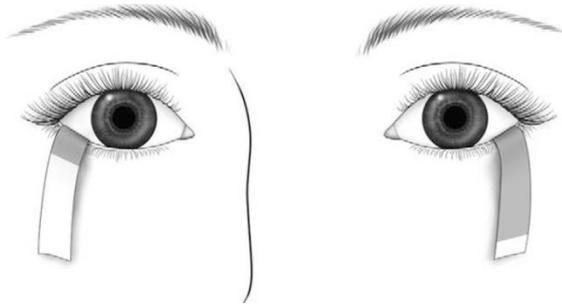


Figura 2. Ilustración de un paciente realizando el test de Schirmer. Imagen obtenida de Milner y cols.⁵

2.1.2. Schirmer II

El test de Schirmer II se realiza de la misma forma que el test de Schirmer I con la diferencia de que se aplica anestesia tópica ocular al paciente. Se espera un minuto a que ésta haga efecto, y se coloca la tira de filtro en el párpado inferior. Pasados cinco minutos se retira el papel de filtro y se mide la longitud humectada. Los valores normales son a partir de 5 mm de humectación de la tira de papel.^{1,6}

2.1.3. Hilo de rojo de fenol

El hilo de rojo de fenol es un hilo de algodón de 70-75 mm de longitud impregnado con rojo de fenol que se coloca en el tercio externo del párpado inferior durante 15 segundos. El rojo de fenol es sensible al pH y pasa de un color amarillo a uno rojo cuando se humedece con la lágrima, por lo que pasados los 15 segundos se retira el hilo y se mide la longitud del cambio de coloración, que nos indica la cantidad de lagrima secretada. Los valores normales son a partir de 10 mm.^{1,7}

2.2. Evaluación del menisco lagrimal

El menisco lagrimal es la cantidad de lágrima que se acumula entre el borde del párpado y la conjuntiva bulbar, tanto superior como inferior. Existen diferentes técnicas que se utilizan para el estudio del menisco lagrimal, con las que se puede evaluar la altura y el radio de éste.

2.2.1. Altura del menisco lagrimal

Para determinar la altura del menisco lagrimal, se pueden utilizar diferentes instrumentos, como la lámpara de hendidura y el tomógrafo de coherencia óptica (OCT). Para ambas pruebas se le pide al sujeto que se sitúe en el aparato, en posición primaria de mirada, parpadeando normalmente y sin hacer movimientos con el ojo. En el caso de la lámpara de hendidura, se proyecta un haz de luz vertical y se enfoca el menisco lagrimal inferior (Figura 3). El observador hará una estimación subjetiva del menisco, clasificándolo como mínimo, normal o excesivo, aunque el método más recomendado es con un ocular milimetrado, con grandes aumentos, ya que se podrá medir la altura con más precisión.⁸ Con el OCT se le pide al paciente que parpadee un par de veces y seguido se le toman imágenes transversales (Figura 3). Para tomar la medida del menisco con el OCT se utiliza un software de medida de imágenes para calcular distancias. Los valores normales se estiman entre 0,2 y 0,4mm.⁹



Figura 3. Imagen obtenida con la lámpara de hendidura, proyectando un haz de luz vertical sobre la superficie ocular. La flecha indica el menisco lagrimal. Imagen obtenida de García.¹⁰

2.2.2. Radio del menisco lagrimal

Tanto la lámpara de hendidura como el OCT van a poder utilizarse para medir el radio del menisco lagrimal. Para la medida del radio del menisco lagrimal, es necesario obtener una imagen transversal del menisco, ya sea con la lámpara de hendidura o con el OCT (Figura 4). En esta imagen se marcan tres puntos, dos del menisco superior e inferior y otro de la superficie de la córnea. Con estos tres puntos de referencia se traza una circunferencia sobre

la curva del menisco. Con el software adecuado se mide el radio de la circunferencia, el cual será el radio del menisco lagrimal.⁹

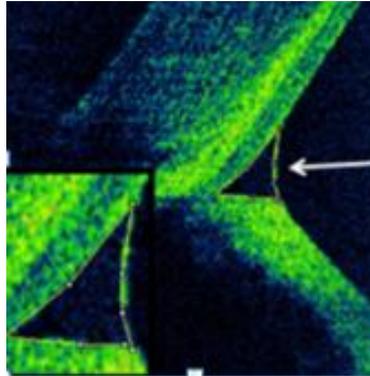


Figura 4. Imagen transversal del menisco lagrimal obtenida con el OCT donde se observa la cantidad de lágrima que se crea en el ángulo corneopalpebral. Imagen obtenida de Del Águila-Carrasco y cols.¹¹

2.3. Evaluación de la estabilidad lagrimal

Para hacer una evaluación de la estabilidad de la lágrima trataremos de ver su tiempo de ruptura, para lo cual existen dos técnicas ampliamente utilizadas.

2.3.1. Tiempo de ruptura lagrimal (BUT)

Para calcular el tiempo de ruptura lagrimal (BUT) es necesario instilar fluoresceína. Pediremos al sujeto que parpadee con normalidad entre 10-30 segundo para que se reparta por la lágrima. Utilizaremos una lámpara de hendidura con el filtro azul cobalto y con un filtro amarillo en el que mediremos el tiempo que pasa entre el último parpadeo completo del paciente y la primera aparición de un punto negro. Debido a la variabilidad de esta prueba, se realiza tres veces y se calcula en segundos el valor medio. Los valores mayores de 10 segundos se consideran normales, menores de 10 segundos sospechosos y menores de 5 segundos anormales.^{1,12,13}

2.3.2. Tiempo de ruptura lagrimal no invasivo (NIBUT)

Esta técnica estudia la estabilidad de la lágrima, como en la prueba anterior, pero sin la necesidad de aplicación de la fluoresceína. El tiempo de ruptura lagrimal no invasivo (NIBUT) se puede realizar con diferentes técnicas de medida, como son, el queratómetro, el queratoscopio manual, el Tearscope y recientemente el Keratograph. Para determinar el NIBUT nos colocamos en frente del sujeto y observamos la proyección de las miras sobre la córnea. Pediremos al paciente que parpadee con normalidad una serie de veces; trataremos de detectar, desde el último parpadeo completo, puntos de irregularidad en la reflexión de las miras. Se harán tres medidas y se tendrá en cuenta la media de todas ellas. Los valores normales están en torno a unos 10-15 segundos.^{1,12,14}

2.4. Evaluación de la capa lipídica

Para la evaluación de la capa lipídica se utiliza una técnica que se basa en un patrón interferencial que produce la luz cuando se refleja en fases con distintos índices de refracción.¹

2.4.1. Patrón interferencial

Este patrón interferencial se puede observar tanto con la lámpara de hendidura como con el Tearscope. Para la evaluación de la capa lipídica se le pide al paciente que se sitúe en posición primaria de mirada y se realiza una reflexión especular (Figura 5), se observa la luz que se refleja desde la película lagrimal. Esta prueba valora el espesor de la capa lipídica. Los resultados obtenidos se clasifican en cinco grados. Grado I y II se consideran valores normales, mientras que grado III o superior anormales.^{1,10}



Figura 5. A través de la reflexión especular se observa la estructura de la PL mediante la lámpara de hendidura.¹⁰

2.5. Evaluación de la eliminación de la lágrima

Las pruebas que se engloban en este apartado tratan de medir de forma directa el drenaje de la lágrima.

2.5.1. Test de aclaramiento de la fluoresceína

El test de aclaramiento de la fluoresceína mide la cantidad de fluoresceína que hay en la lágrima pasado un tiempo después de su instilación. Para su realización se instila al paciente fluoresceína y anestésico. Pediremos al sujeto que mantenga los ojos abiertos. Posteriormente colocaremos una tira de Schirmer durante cinco minutos, esta vez con los ojos cerrados. Pasado este tiempo extraeremos la tira y observaremos la parte humectada y lo compararemos con un muestrario de diluciones de fluoresceína (Figura 6).¹⁵

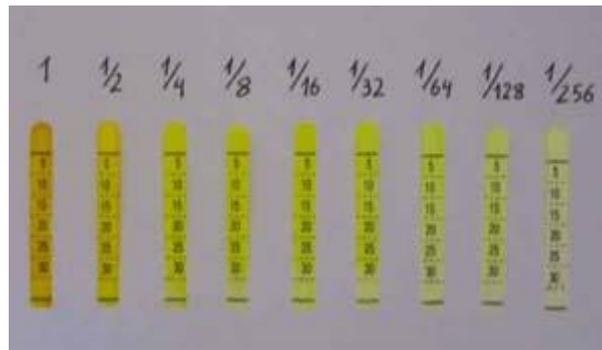


Figura 6. Muestrario de diluciones de la fluoresceína.¹⁵

2.5.2. Fluorofotometría

La fluorofotometría va a determinar la concentración de fluoresceína en la película lagrimal. Para realizar esta prueba es necesaria la fluoresceína, que se va a introducir al paciente por vía tópica. Esta tiene la capacidad de absorber luz de una longitud de onda y posteriormente emitirla con una longitud de onda superior (cambio de color). El fluorofotómetro, con una máxima resolución, va a medir la cantidad de fluoresceína y el tiempo que permanece en la película lagrimal. La autofluorescencia de la película lagrimal suele durar unos 20 segundos y alcanza unos valores normales de 0,2 ngr/ml.¹⁶

2.5.3. Evaporimetría

El evaporímetro lagrimal estudia la relación que hay entre la humedad relativa del ambiente y la evaporación de la película lagrimal. Esta prueba se lleva a cabo colocando al sujeto unas gafas de buceo, ya que van a aislar la superficie ocular del medio externo. Se introduce aire seco y se mide la humedad. Los valores normales están en torno a 4 g/cm²/seg.^{18,19}

DISCUSION

Alteraciones en la película lagrimal pueden ocasionar algunas enfermedades o condiciones de la superficie ocular que desencadenan síntomas de incomodidad o sequedad ocular.^{3,4} Estas alteraciones se pueden medir utilizando las diferentes técnicas que se han expuesto anteriormente. Mediante estas técnicas se puede valorar la producción, estabilidad y eliminación lagrimal, así como medir algunos parámetros del menisco lagrimal y el patrón interferencial de la capa lipídica.

Las pruebas que evalúan la producción lagrimal son las más utilizadas y suelen ser un factor asociado a alteraciones de la lágrima. El test de Schirmer I se utiliza con este fin, sin embargo, el hecho de tener una tira de papel entre el párpado y la conjuntiva provoca un lagrimeo reflejo, haciendo que la medida de este test no pueda distinguirse entre producción basal y producción refleja.⁵ Para ello, se implanto el test de Schirmer II, se realiza exactamente igual con la diferencia de que se instila anestesia tópica, por lo que, al menos en teoría, la producción de lágrima que se mide en este caso es únicamente basal.⁶ No obstante, debido al tamaño de la tira de Schirmer, no deja de ser un objeto extraño dentro del ojo que, aun con anestesia, podría producir cierta irritación.⁶ Esta posible molestia se minimiza aún más utilizando el test rojo de fenol, cuyo test se compone únicamente de un hilo que se coloca en el ojo.⁷

Las pruebas de evaluación del menisco lagrimal, medida de la altura y el radio del menisco, son una forma indirecta de estimar el volumen lagrimal. Tanto la altura como el radio del menisco se pueden medir con la lámpara de hendidura y con el OCT. Ambas son técnicas no invasivas, ya que no producen daño en el paciente. La lámpara de hendidura es el método de exploración convencional, por lo que sí lo comparamos con el OCT, encontramos un inconveniente, influye la opinión del observador en mayor o menor medida, ya que es este el que nos dirá si el menisco tiene un valor normal o no. Por otro lado la lámpara de hendidura cuenta con menos aumentos que el OCT.⁸ Además este último permite obtener imágenes con una mayor resolución, más precisas y detalladas.⁹ Sin embargo, el OCT tiene un coste muy superior al de la lámpara de hendidura, por lo que no todos los gabinetes pueden contar con uno.

La estabilidad de la lágrima se evalúa midiendo el tiempo de ruptura lagrimal, es decir realizando el BUT o el NIBUT. El BUT es un método más preciso, ya que evalúa la lágrima en su totalidad, mientras que el NIBUT solo mide una parte, la parte central de la córnea. Sin embargo, a diferencia del NIBUT, el BUT es una prueba invasiva porque se instila fluoresceína en el paciente y esto va a afectar a la estabilidad lagrimal.¹² Además, en el caso de que el paciente lleve lentes de contacto solo podremos realizar la técnica del NIBUT, ya que no instilamos líquido en el globo ocular.¹² Finalmente, un problema de ambas pruebas es que se pueden encontrar resultados muy variables.^{12,13}

La evaluación de la capa lipídica se realiza observando el patrón interferencial de la película lagrimal con la lámpara de hendidura o con el Tearscope. Es una prueba sencilla, y no invasiva, pero tiene el inconveniente de que solo nos muestra un área de observación pequeña. El espesor de la capa lipídica depende de la evaporación de la lagrimal, del coeficiente de

difusión de los componentes de la lagrimal y del volumen lagrimal.¹⁰ Esta técnica se utiliza pocas veces en clínica, aunque aporta una gran información a la hora de hacer una adaptación de lentes de contacto. Un patrón anormal nos muestra una alteración en la capa lipídica de la película lagrimal.¹⁰

La evaluación de la eliminación de la lágrima se puede realizar mediante tres pruebas diferentes. Dos de ellas utilizan una técnica similar, la fluorofotometría y el test de aclaramiento de la fluoresceína, ambas estiman el tiempo que perdura una cantidad de fluoresceína en la lágrima. La fluorofotometría pretende valorar la cantidad de fluoresceína que perdura en lágrima con un fluorofotómetro, por tanto, el resultado final dependerá de la resolución de éste.¹⁶ Mientras que el test de aclaramiento de la fluoresceína es una variante de la fluorofotometría, con la diferencia de que utiliza tiras de Schirmer, tras instilar anestésico tópico, para valorar la fluoresceína que perdura en la lágrima.¹⁵ Por otra parte, la evaporimetría evalúa la eliminación de la lágrima por medio de la evaporación. Esta prueba es una técnica no invasiva que se puede repetir en varias ocasiones sin producir daño al sujeto.¹⁷

CONCLUSIONES

- Actualmente existen numerosas técnicas para la medida de la película lagrimal.
- Cada técnica nos ofrece diferente información, por tanto, dependiendo de la alteración de la lágrima o de la patología que sospechemos en cada paciente podremos elegir una técnica u otra.
- Cada técnica tiene sus ventajas y desventajas, por lo que, en función de la situación, unas técnicas pueden ser más adecuadas que otras.

BIBLIOGRAFIA

- 1- Carracedo JG, Peral A, Pintor J. Fisiología y evaluación de la lágrima en contactología. En: González-Méijome JM, Villa C; Superficie ocular y lentes de contacto. Madrid (España): Grupo ICM Comunicación, S.L; 2016: 69-92.
- 2- Mayorga MT. Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular. Película lagrimal: estructura y funciones. <https://revistas.lasalle.edu.co/index.php/sv/article/view/1373/1256> (1 de Febrero de 2017).
- 3- The definition and classification of dry eye disease: report of the Definition and Classification Subcommittee of the International Dry Eye WorkShop (2007). *Ocular Surface*. 2007; 5:75-92.
- 4- Craig JP, Willcox MD, Argüeso P, Maissa C, Stahl U, Tomlinson A, Wang J, Yokoi N, Stapleton F; members of TFOS International Workshop on Contact Lens Discomfort. The TFOS International Workshop on Contact Lens Discomfort: report of the contact lens interactions with the tear film subcommittee. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2013; 54:TFOS123-56.
- 5- Milner MS, Beckman KA, Luchs JI, Allen QB, Awdeh RM, Berdahl J, Boland TS, Buznego C, Gira JP, Goldberg DF, Goldman D, Goyal RK, Jackson M, Katz J, Kim T, Majmudar PA, Malhotra RP, McDonald MB, Rajpal RK, Raviv T, Rowen S, Shamie N, Solomon JD, Stonecipher K, Tauber S, Trattler W, Walter KA, Waring GO, Robert J. Weinstock RJ, Wiley WF, Yeu E. Dysfunctional tear syndrome: dry eye disease and associated tear film disorders – new strategies for diagnosis and treatment. *Curr Opin Ophthalmol*. 2017;28:3-47.
- 6- Li N, Deng XG, MF He. Comparison of the Schirmer I test with and without topical anesthesia for diagnosing dry eye. *Int J Ophthalmol*. 2012; 5:478-481.
- 7- Vashisht S, Singh S. Evaluation of Phenol Red Thread test versus Schirmer test in dry eyes: A comparative study. *Int J Appl Basic Med Res*. 2011; 1:40-42.
- 8- Glasson MJ, Stapleton F, Keay L, Sweeney D, Willcox MDP. Differences in Clinical Parameters and Tear Film of Tolerant and Intolerant Contact Lens Wearers. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2003;4: 5116-5124.
- 9- Wang J, Cox I, Reindel WT. Upper and Lower Tear Menisci on Contact Lenses. *Tear Menisci on Contact Lenses*. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2009;50:1106-1111.
- 10- García C. Avances en el diagnóstico del síndrome de ojo seco. Patrones lipídicos interferenciales. https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/10347/14601/1/rep_1096.pdf (1 de Febrero de 2017).
- 11- Del Águila-Carrasco AJ, Ferrer-Blasco T, García-Lázaro S, Esteve-Taboada JJ, Montés-Micó R. Assessment of corneal thickness and tear meniscus during contact-lens wear. *Cont Lens Anterior Eye*. 2015;38:185-193.
- 12- Nelson JD; In-Office Diagnostic Tests for Dry Eye Disease; En: Asbell PA, Lemp MA; Dry Eye Disease. *The Clinician's Guide to Diagnosis and Treatment*; New York: Thieme; 2006, 33-47.
- 13- López García JS, García Lozano I, Smaranda A, Martínez Garchitorea J. Estudio comparativo del test de Schirmer y BUT en relación con la etiología y gravedad del ojo seco. *Arch Soc Esp Oftalmol*. 2005;80:289-296.
- 14- Tian L, Qu JH, Zhang XY, Sun XG. Repeatability and Reproducibility of Noninvasive Keratograph 5M Measurements in Patients with Dry Eye Disease. *Hindawi Publishing Corporation Journal of Ophthalmology*. 2016. doi: 10.1155/2016/8013621.
- 15- Vico E, Benítez del Castillo JM, Giménez RA, Fernández C, García Sánchez J. Validación del índice de función lagrimal para el diagnóstico del ojo seco. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología*. 2004;79:265-271.
- 16- Kruijff EJFM, Boot JP, Laterveer L et al. A simple method for determination of corneal permeability in humans. *Curr Eye Res*. 1987; 6:1327-1334.

Alonso B. Técnicas objetivas de medida de la película lagrimal

17- Tsubota K, Yamada M. Tear evaporation from the ocular surface. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1992;33:2942-2950.

18- McCulley JP, Uchiyama E, Aronowicz JD, Butovich IA. Impact of evaporation on aqueous tear loss. Trans Am Ophthalmol Soc.2006; 104: 121-128.