



Universidad  
de Guanajuato



# Caracterización del grosor de una lagrima usando termografía infrarroja.

Aviña-Hernandez Cesar Iván, Jaimes-Lopez Jasiel, Lemus-Avalos Eric, Martínez Guerrero Javier, Ojeda-Hernandez Víctor Jair, Santamaria-Mena Juan Leonel, Villaseñor-Mora Carlos, Gonzalez-Vega Arturo

Depto. de Ingeniería Biomédica de la División de Ciencias e Ingenierías de la Universidad de Guanajuato.

**RESUMEN.** Los ojos necesitan las lagrimas para su correcto funcionamiento, pequeñas afecciones a la capa lagrimal afecta el funcionamiento del ojo, esta capa lagrimal se compone de 3 capas, liposa, acuosa y mucosa. La evaporación de la lagrima esta directamente asociada con la capa lipídica y probablemente con las alteraciones del epitelio corneal. La principal afección a esta capa lagrimal es el ojo seco, que se caracteriza por la formación de capas lagrimales deficientes de alguna de estas 3 capas mencionadas o incorrecta proporción de alguna de estas capas.

En el presente estudio se presenta una metodología de adquisición y análisis de imágenes termográficas del ojo humano adquiridas con una cámara infrarroja Xenic Gobi+640 acoplada a una lente Xenics de 25mm, con la finalidad de hacer un análisis de la capa lagrimal del ojo humano y lograr la caracterización de el grosor de la lagrima. Esta técnica permite una gran precisión en el análisis de los cambios de temperatura asociados con el parpadeo. Se analizaron los cambios de temperatura de la cornea en conexión con varios tipos de patrones de parpadeo en pacientes con ojo seco y en sujetos control. Se obtuvo el diseño de un algoritmo capaz de detectar los parpadeos de manera automática y los cálculos de las energías en áreas segmentadas de la cornea, para posteriori ser comparados con pacientes con padecimiento de ojo seco. A su vez se documentó un protocolo para la adquisición de las imágenes, de manera que los resultados fueran los mejores sin estresar al participante.

## I. Introducción

Los ojos necesitan lágrimas para mantenerse saludables, sin molestias y para tener una buena visión; cuando la lágrima se altera en algún sentido la funcionalidad del ojo disminuye notablemente, una de las alteraciones más comunes es la conocida como ojo seco, que ocurre cuando las lágrimas no tienen la combinación adecuada de elementos o cuando la película lagrimal está alterada. La película lagrimal está compuesta por tres capas: i) Una capa grasosa o lípidos. ii) Una capa acuosa iii) Una capa de mucosa. Uno de los principales procesos que modifica el grosor y la estabilidad de la película lagrimal es el proceso de evaporación[1]. La evaporación de la película lagrimal está directamente relacionada con la capa lipídica (estabilidad y composición) y probablemente con las alteraciones del epitelio corneal. También influyen en esta evaporación numerosos factores individuales, como la posición de los ojos o la superficie Inter-palpebral, o incluso factores ambientales como la humedad, las condiciones de iluminación y la temperatura. [2]

## II. Objetivos

- Lograr la adquisición de imágenes termográficas, así como su análisis de estas.
- Elaboración de un protocolo sobre la obtención y el análisis de las imágenes termográficas.
- Algoritmo de detección del parpadeo automático y calculo de las energías asociadas a una región de la cornea.

## III. Material y métodos

1) **Equipo.** A) Cámara infrarroja Xenic Gobi+ 640, con una lente incorporada a Xenic de 25mm F/1 CN 4141-01 SN0123. La cual tiene un software propio Xenix 2.6 para el ajuste, calibración y captura de las imágenes o videos. Fig 1. Para el análisis de las imágenes se uso el software Matlab en su versión R2022a

2) **Participantes.** En este estudio se analizó un grupo de 42 participantes con un rango de edad de 18 a 30 años, con o sin problemas de vista.



Figura 1. Equipos de medida: a) Cámara infrarroja Xenic Gobi+ 640, con una lente incorporada Xenic de 25mm

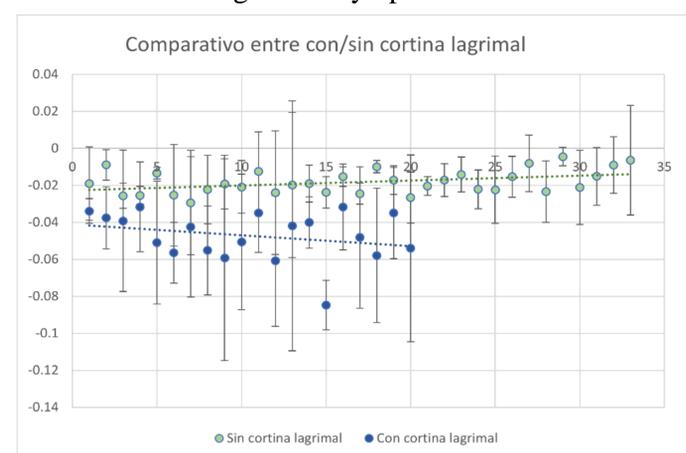


Figura 2. Montaje experimental.

3) **Procedimiento.** Se le pide al participante que coloque la cabeza en una base diseñada para evitar el movimiento de la cabeza y que permanezca cómodo. La cámara se monta en una base a la altura de los ojos del voluntario de tal manera que la distancia del lente al ojo sea de 10cm aproximadamente. A continuación se ajusta la cámara de tal manera que tome 1 imagen cada 50 milisegundos en un lapso de 120 segundos, este tiempo de 120 segundos es la duración del estudio. Una vez realizado el ajuste de la cámara se procede a realizar el enfoque de la cámara haciendo uso de la rosca de enfoque del lente; se considera enfocada cuando el ojo se logre ver de manera nítida y plana. Terminado el enfoque se le pide al voluntario que cierre el ojo y al abrirlo comenzara el estudio. El participante podrá parpadear de manera libre durante el estudio. Una vez finalizado se procede al análisis de las imágenes con el software, Matlab.

## IV. Resultados

Se promedia la intensidad en una región de interés para cada instante de tiempo y se ajusta una función exponencial de la forma  $I(t) = \alpha e^{\beta t} + c$ . De manera manual se observa en 33 de los 42 participantes la presencia de la cortina lagrimal. Analizando los valores promedios y dispersión de Beta para cada individuo, de forma automática, la población se puede clasificar en quienes presentan la cortina lagrimal, cuyo promedio de Beta es de -0.021 y en el grupo donde **no** se observa la cortina lagrimal cuyo promedio es de -0.038.



Con esta relación de promedios obtenida es posible clasificar entre los participantes donde se identificó la capa lagrimal y quienes no la presentaron. Con este resultado, si la presencia de la capa lagrimal se asocia al padecimiento del ojo seco, tendremos una herramienta de diagnóstico no invasiva para la determinación del padecimiento de ojo seco

## V. Conclusiones

De los resultados anteriores podemos observar que es claro identificar a los participantes con presencia de capa lagrimal y muy probablemente con el padecimiento de ojo seco. Se logró la elaboración de un protocolo y el desarrollo de un programa de cómputo que identifica el parpadeo de manera automática, el cálculo del tiempo de recuperación de intensidad en cada parpadeo (Beta) y con ello la identificación de la presencia de la capa lagrimal. Herramienta con alto potencial para diagnosticar el ojo seco. Es necesario continuar con la mejora del protocolo de toma de datos y el análisis de estos.

## Referencias

- [1] Muñoz Hernández, A. M., Galbis Estrada, C., Santos Bueso, E., Cuiña Sardiña, R., Díaz Valle, D., Gegúndez Fernández, J. A., ... & Benítez del Castillo, J. M. (2016). Metabolómica de la lágrima.
- [2] De La Lágrima, T. S. (2006). Surface tension in tears. *Arch Soc Esp Oftalmol*, 81, 365-366.