

---

# Capítulo 6

## CONCLUSIONES

---

### **6.1. Aportaciones principales del estudio.**

1. Se construyó un sistema experimental de medida de la aberración de onda ocular (aberrómetro) basado en el sensor Shack-Hartmann con iluminación infrarroja cercana al visible (788.73 nm). El sistema se diseñó de forma que tuviera un reducido tamaño y fuera de bajo coste, con objeto de proporcionar una configuración que pudiera servir de base a futuros modelos comerciales de uso clínico. El rango dinámico del sistema permitía medir tanto las pequeñas aberraciones monocromáticas presentes en sujetos normales como las altas aberraciones presentes en los ojos con patologías corneales (queratoconos y queratoplastias penetrantes). Se introdujo el uso de una imagen de referencia con objeto de evitar en las medidas las pequeñas aberraciones propias del sistema. La exactitud del sistema se evaluó mediante la medida de desenfoques, astigmatismos y aberraciones esféricas de magnitud conocida.

2. Empleando el aberrómetro desarrollado se realizó un estudio estadístico de las aberraciones oculares monocromáticas en un grupo de sujetos normales jóvenes con ojos sanos. Se calcularon los valores de los coeficientes de Zernike hasta 4<sup>o</sup> o 5<sup>o</sup> orden para pupilas de 3, 5 y 7 mm. El RMS total (aberraciones de bajo y alto orden) variaba entre 0.52 micras para una pupila de 3 mm hasta 2.92 micras para 7 mm. Para pupilas de 5 mm, no se obtuvo ningún valor medio por encima de 0.03 micras en cualquiera de los términos de alto orden. Las desviaciones estándar correspondientes a cada coeficiente (siempre superiores a 0.01 micras) mostraron la gran variabilidad de la aberración de onda de un sujeto a otro. A medida que aumentaba el tamaño pupilar la presencia relativa de las aberraciones de alto orden (contribución del RMS de alto orden al RMS total) aumentaba, pasando del 2.7% al

13.8% para pupilas de 3 y 7 mm respectivamente. Se comprobó la correlación existente en los sujetos normales entre las aberraciones oculares de ambos ojos fundamentada en la simetría quiral de la anatomía ocular. Dicha correlación se mantiene para los distintos tamaños pupilares estudiados.

**3.** Se realizó un estudio estadístico de las aberraciones oculares en sujetos con la córnea transplantada. El promedio del valor de todos los coeficientes hasta 4<sup>o</sup> orden era superior a 0.1 micras. En estos pacientes las aberraciones oculares presentan valores muy superiores a los de los sujetos normales, siendo el promedio del RMS total de 5.66 micras representando las aberraciones de alto orden un 30.8% de la aberración total.

**4.** Se realizó la medida de la aberración corneal a partir de datos de topografía comprobándose que en estos sujetos la principal fuente de aberraciones oculares reside en la propia córnea. Para los coeficientes de 2<sup>o</sup>, 3<sup>er</sup> orden y la aberración esférica de 4<sup>o</sup> orden, se comprobó la alta correlación entre los valores totales correspondientes al ojo completo y los valores parciales correspondientes a la córnea. El análisis estadístico no rechaza la hipótesis de igualdad de medias entre estos coeficientes.

**5.** Se propuso la corrección de las aberraciones oculares monocromáticas hasta 4<sup>o</sup> orden por medio de lentes de contacto hidrofílicas diseñadas a partir del frente de onda de varios ojos normales y patológicos. Se simuló el efecto que podían introducir los movimientos realistas (traslaciones y rotaciones) de una lente de contacto que corrija las aberraciones monocromáticas hasta 4<sup>o</sup> orden en el grupo de sujetos estudiado. Si bien los resultados eran muy dependientes de la aberración de partida, las posibles variaciones en la posición de la lente de contacto en los ojos normales llegaban a anular el beneficio aportado respecto a la corrección estándar de 2<sup>o</sup> orden. Sin embargo, en los ojos patológicos, encontrábamos casos en los que seguía existiendo un beneficio sobre la corrección estándar de 2<sup>o</sup> orden. Además se estudiaron otros efectos que podían afectar negativamente a la corrección de las aberraciones mediante lentes de contacto hidrofílicas: carácter dinámico de las

aberraciones, influencia de la lágrima, flexión de la lente y la dificultad en la generación de aberraciones. En todos los casos se encontró que su impacto no era despreciable, pero sí menor que el de los descentramientos y rotaciones.

6. Se fabricaron y adaptaron las lentes personalizadas a dos sujetos normales, dos sujetos con queratocoma y dos sujetos con córnea transplantada. Los resultados muestran una reducción generalizada de la aberración total en todos ellos empleando las lentes de contacto, si bien sólo se logró una reducción de las aberraciones de alto orden en el caso de los queratoconos que se tradujo en una mejora de la agudeza visual (superior al 50 %) respecto a la mejor corrección subjetiva con lentes de prueba estándar. Para el grupo de sujetos normales la agudeza visual disminuyó en un 10% respecto a la mejor corrección subjetiva con lentes de prueba estándar; en el grupo de sujetos con trasplante de córnea la agudeza visual era la misma para ambas correcciones.

## **6.2. Futuros trabajos.**

Muchos de los resultados expuestos en los capítulos precedentes mantienen su carácter plenamente novedoso, mientras que otros que fueron pioneros en su momento han sido superados por el continuo avance en este campo de investigación. Todos ellos quedan como muestra de nuestra propia contribución a ese constante desarrollo.

Varias líneas de investigación futuras se abren a raíz de todos estos trabajos: Entre ellos destacamos: ampliar el tamaño muestral en nuestras estadísticas para el caso de los transplantados de córnea y queratoconos; estudiar nuevos grupos de sujetos como son los operados de cirugía refractiva o sujetos de mayor edad; y realizar comparativa en varios grupos de sujetos tras la corrección de las aberraciones de alto orden mediante este tipo de lentes y las lentes de contacto permeables al gas (RPG).

