

Banco óptico para el estudio cromático de la calidad óptica de lentes intraoculares

V. Ferrando⁽¹⁾, F. M. Muñoz⁽¹⁾, V. I. Martín⁽²⁾, W. D. Furlan⁽²⁾ y J. A. Monsoriu⁽¹⁾

⁽¹⁾ Centro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València, 46022 Valencia, España.

⁽²⁾ Departamento de óptica y optometría y ciencias de la visión, Universitat de València, 46100 Burjassot, España.

viferran@upv.es

Resumen

En este trabajo presentamos un sistema de banco óptico para estudiar cromáticamente la calidad óptica de lentes intraoculares. El funcionamiento de este sistema consiste en la captura de imágenes formadas por un ojo artificial, en el que se introduce la lente intraocular a estudiar, y su análisis en tiempo real. Combinando diferentes iluminaciones mediante filtros cromáticos y con un conjunto de objetos que nos permiten obtener una serie de métricas, podemos realizar un análisis detallado del comportamiento cromático de lentes intraoculares.

Introducción

La calidad óptica de las lentes intraoculares (LIOs) empleadas en cirugía de cataratas está regulada por el estándar de la norma ISO 11979-2, 2014 [1]. Según esta norma los estudios deben realizarse con luz monocromática (546 nm). Sin embargo, el análisis policromático de las lentes intraoculares cada día es más importante en el diseño tanto para evitar la aberración cromática, como para obtener lentes con profundidad de foco extendido (EDOF). Por ello es necesario realizar un estudio completo de las propiedades cromáticas de lentes intraoculares más allá de lo establecido en la norma ISO [1]. En este trabajo se presenta un banco óptico basado en la norma pero que ha sido adaptado para obtener un estudio completo en condiciones de iluminación policromática.

Dispositivo experimental y métricas

El funcionamiento de este sistema consiste en la captura de imágenes formadas por un ojo artificial en el cual se inserta la LIO a medir y su análisis en tiempo real. (Véase la Fig. 1) El sistema de iluminación consiste en un LED blanco colimado, y un set de filtros cromáticos. El objeto cuyas imágenes queremos analizar se monta sobre una plataforma motorizada (delante de una lente Badal, con el fin de inducir diferentes distancias de desenfoco. En el plano focal imagen de la lente badal situamos un diafragma. La imagen de este plano es proyectada sobre el plano principal de entrada del ojo artificial, para seleccionar el tamaño de la pupila del ojo artificial.

Con el fin de estudiar la lente intraocular bajo diferentes métricas, utilizamos diferentes objetos: (1) Utilizando el test USAF de resolución como objeto podemos realizar un estudio inicial del comportamiento de la lente en formación de imágenes para diferentes frecuencias espaciales. (2) Mediante la utilización de un estenopeico de 30 micras de diámetro podemos estudiar la imagen producida por el sistema por un objeto puntual o función de dispersión del punto (PSF). (3) Además, utilizamos redes binarias de amplitud de diferentes frecuencias para calcular el contraste relativo de imágenes producidas por el sistema a diferentes vergencias (MTFs axiales).

Resultados

En este trabajo presentamos el estudio cromático de la lente AT LARA 829MP (Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany [2]). Esta es una lente comercial difractiva que presenta un foco extendido bajo iluminación policromática. En las imágenes del test USAF (Fig. 2) se observa este comportamiento de foco extendido. En la parte inferior se muestran las imágenes de la PSF, obtenidas a partir de un estenopeico de 30 micras. En estas imágenes podemos distinguir la cromaticidad del foco a lo largo de su extensión. Para obtener la MTF axial se calculó el contraste relativo para la imagen de una red binaria en amplitud de 50 lp/mm bajo iluminación policromática y monocromática de diferentes longitudes de onda. En la Fig. 3 se muestra el resultado para una pupila de 3 mm. Nótese que la lente presenta un comportamiento bifocal para la iluminación monocromática verde (550 nm), mientras que las iluminaciones roja (650 nm) y azul (450 nm) producen focos en 0.25 D y 1.25 D, respectivamente. Esta diferencia de comportamiento para las diferentes longitudes de onda producida por el mecanismo difractivo de la lente se aprovecha del diseño de la lente para que esta produzca un foco extendido de 2 D bajo iluminación policromática.

Conclusiones

Se ha presentado un banco de metrología óptica basado en la norma ISO, para la caracterización de LIOS multifocales que requieren un estudio de su comportamiento con iluminación policromática.

Referencias

- [1] ISO 11979-2 (2014); Ophthalmic Implants-Intraocular Lenses-Part 2: Optical Properties and Test Methods; International Organization for Standardization.
- [2] ZEISS AT LARA Family; URL: <https://www.zeiss.com/meditec/int/product-portfolio/iols/edof-iols/at-lara-family.html#specifications>

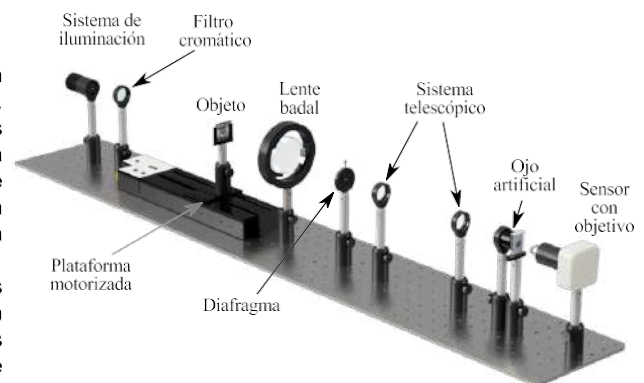


Figura 1: Esquema del banco óptico utilizado para el estudio cromático de las lentes.

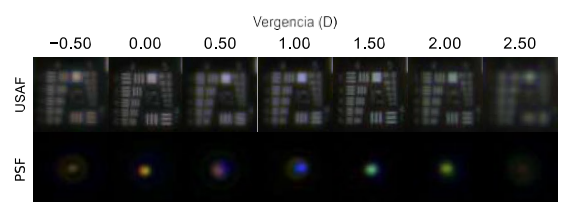


Figura 2: Imágenes obtenidas mediante el dispositivo para el test USAF y un micro agujero

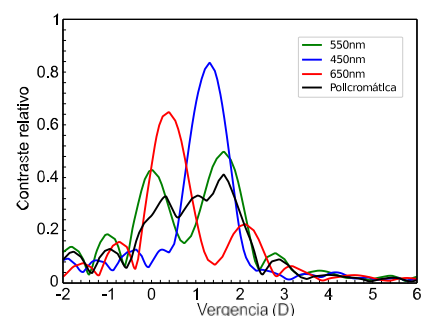


Figura 3: Contraste relativo a través de foco producido por la lente estudiada bajo diferentes condiciones cromáticas.