

DIVERSOS INSTRUMENTOS PARA EL

ESTUDIO DEL OJO HUMANO.

Lizbeth A. Castañeda-Escobar⁽¹⁾, Daniel Malacara-Hernández⁽²⁾

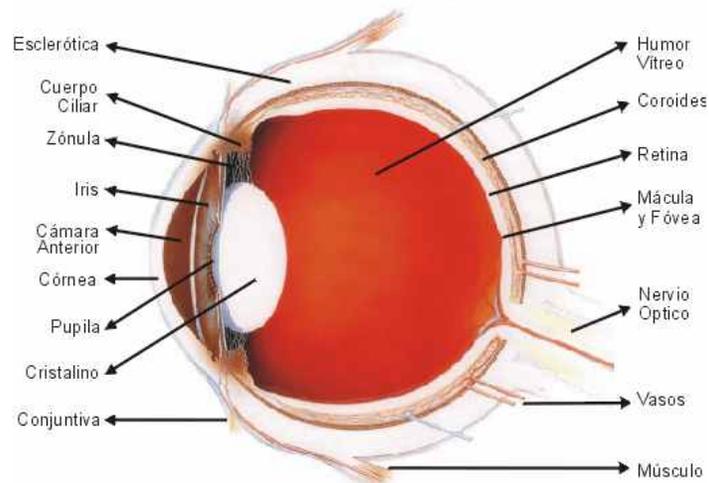
- 1) Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), Sta. Ma. Tonantzintla, Puebla, Ap 51 y 216, Cp 72000
- 2) Centro de Investigaciones en Óptica (CIO), Lomas del Bosque # , Lomas del Campestre , Cp 37510, León, Guanajuato.

RESUMEN

En la antigüedad se pensaba que el ojo humano era un sistema completamente opaco, al cual era imposible de observar en su interior, sin embargo, al paso del tiempo y con el avance tecnológico y científico, diversos instrumentos permitieron observar el interior del ojo y con esto darle fin a tal mito. La posibilidad de mirar en el interior del ojo ha permitido avanzar en el estudio de diversas deformaciones o enfermedades que éste padezca, así como, algunas enfermedades generales del cuerpo que pueden diagnosticarse por medio de características presentadas en el ojo. El diseño de estos instrumentos varía dependiendo de que tipo de estudio se va a realizar y con ello se puede saber que tipo de resolución, tamaño del campo de visión, tolerancia en aberraciones, número de componentes, etc se requieren. Se mostrara varios sistemas ópticos diseñados para el estudio del ojo humano, así como, variaciones hechas en éstos, tal como ocurre con la cámara de fondo, que puede permitir con un diseño adecuado obtener las aberraciones del frente de onda emergente del ojo humano.

1. INTRODUCCIÓN.

El sentido de la vista, es uno de los sentidos mas preciados, ya que nos permite recolectar las imágenes provenientes de nuestro entorno y relacionarnos con él. El sistema que constituye el ojo, tanto fisiológico como óptico, es complejo y fascinante. El sistema óptico del ojo, posee una lente llamada cristalino, capaz de cambiar de curvatura dependiendo de la posición del objeto. Tal característica no ha sido posible de igualar con una sola lente construida de manera artificial. La figura 1 muestra las partes fundamentales del ojo humano.



En las épocas más antiguas se consideraba al ojo un sistema imposible de observar en su interior, esto fue cambiando con el avance de la óptica, pero sobre todo con el avance del diseño óptico de sistemas mas complejos, que permiten obtener mayores resoluciones, imágenes con aberraciones minimizadas, diferentes ángulos de campo y fuentes de iluminación.

2. Oftalmoscopia.

Existen dos tipos de diseños que son utilizados para observar el interior del ojo, la oftalmoscopia directa y la indirecta.

La oftalmología directa fue la primera en desarrollarse. Para un observador y un paciente amétropes, el oftalmoscopio directo funciona solo para iluminar y observar el fondo del ojo del paciente, no requiere de ninguna lente auxiliar, así la luz que emerge del ojo del paciente regresa al ojo del observador y es observado de manera directa.

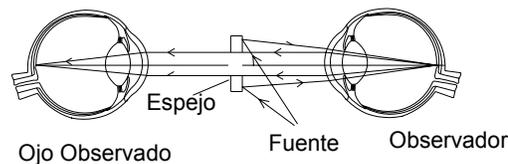


Fig1. Oftalmoscopio Directo

En la oftalmoscopia indirecta existen diversos instrumentos tales como la cámara de fondo monoscópica o estereoscópica. En estos instrumentos al igual que los oftalmoscopios directos su trabajo es observar el fondo del ojo, sin embargo, en ellos si se utiliza una lente colectora y un ocular, éstos toman la imagen proveniente de la retina creando imágenes aéreas y de esta manera se logra observar con mayor detalle, resolución y amplificación las partes internas del ojo.

A tales instrumentos se les adjunta un sistema de sensado que va desde un CCD, una cámara de televisión, una emulsión fotográfica hasta el moderno sensor Hartmann-Shack⁽²⁾, así como sistemas de escaner por infrarrojo, esto dependiendo de la precisión, resolución y profundidad en el área de la retina que se desee observar. La figura 2 muestra el esquema de un oftalmoscopio indirecto.

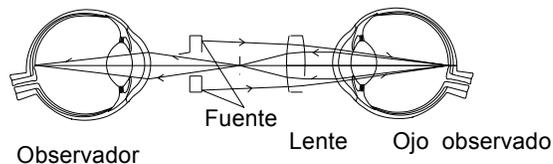


Fig 2. Oftalmoscopio Indirecto

Una de las variaciones del oftalmoscopio indirecto es la cámara de fondo, en este instrumento se utilizan una serie de lentes y espejos que permiten tener una imagen de mayor calidad. La cámara de fondo posee un campo de visión grande y se debe de considerar en su diseño diversas características.

3. Características en el diseño.

El oftalmoscopio indirecto así como la cámara de fondo son sistemas afocales periscópicos y en la realización de su diseño deben tomarse ciertas características, que son las siguientes ⁽³⁾

- La pupila de entrada debe tener la misma posición y diámetro que la pupila del paciente u observado.
- El campo de visión es grande, variando desde 20° como mínimo hasta 140° como máximo.
- La pupila de salida debe ser más grande que la pupila de entrada.

El proceso de alineación del sistema óptico con el sistema del ojo, es una parte fundamental para el correcto funcionamiento del instrumento.

El sistema de iluminación puede variar bajo la característica de si se desea trabajar con un ojo midriático o no, las fuentes pueden ser desde un flash electrónico ó algún tipo de lámpara de luz poli cromática, éstas utilizadas en el caso de pupilas dilatas, y una fuente de luz infrarroja o en el rango del verde para el caso de no midriático y / o lograr menor absorción de luz debido a ciertas partes del interior del ojo. El tamaño típico de la imagen producida por la cámara de fondo es aproximadamente de 35 mm.

4. Conclusiones

Los diferentes tipos de instrumentos utilizados para el estudio del ojo humano han ayudado a conocer las estructuras mas internas del ojo, pudiendo determinar deformaciones, estructuras de tejidos y síntomas presentados debido a enfermedades como glaucoma, quistes, inflamación de vasos sanguíneos , etc. También han sido un arma importante en el avance y mejora de las cirugías de córnea, así como, de implantes de lentes intraoculares. En la actualidad, se desarrolla un instrumento basado en el diseño de la cámara de fondo, donde se incluye un sistema de lentes que permite realizar la prueba de Hartmann al ojo y con esto, obtener la forma del frente de onda emergente y por consiguiente las aberraciones que el sistema posee, dando una información mas completa del comportamiento y funcionamiento del sistema óptico del ojo.

5. Referencias

- 1) Raasch, Thomas, “ **Funduscope System : A comparison of amplification**”, Am J Optom & Physiol Optics , Vol. 59, No. 7, pp 595 -601, July 1982.
- 2) Liang Junzhong, Bernhard Grimm, Stefan Goelz and Josef Bille,” **Objective measurement of wave aberrations of the human eye with the use of Hartmann-Sharck wave-front sensor**”, J. Opt. Soc. Am. A, Vol.11, No7, July 1994.
- 3) Malacara –Doblado Daniel, “**Indirect Ophthalmoscopes and Fundus Camera**”, Handbook of Optical Engineering. Edited by Malacara Daniel & Thompon Brian, Merce Dekker Inc ,2001, pp 20
- 4) Malacara Daniel, Malacara Zacarias, “ **Handbook of lens Desing**”, Marcel Dekker, Inc, 1994.
- 5) Saine Patrick J & Tyler Marshall, “**Ophthalmic Photography : Retinal Photography, Angiography and Electronic Imaging** “ , 2nd Edition , Butterworth-Heinemann Medical, 2002.
- 6) Nakamura Toshihisa, Hattori Tomohiko, “**Ocular Fundus Camera**”, Patente 5745163, April 28, 1998.
- 7) Kohayakawa Yoshimi, Kitamura Takeshi, “**Ophthalmic apparatus comprising a flash light source system**”, Patente 55573321, September 17, 1996.
- 8) Moore Robert, Hopkins George, “**CCD Camera and Method for fundus imaging**”, Patente 5140352, August 18 , 1992.
- 9) Liang Junzhong & Williams David” **Aberrations and retinal image quality of the normal eye**”, Vol.14, No. 11, November 1997, Jopt.Soc.Am.A.
- 10) Marcos Susana, “**Refractive Surgery and Optical Aberrations**”, OPN, January 2001, pp 23.