

Latencia Pupilar y Agudeza Visual en Sujetos con Implante de Lente Intraocular Multifocal

Anabel S. Sánchez¹; Ernesto Suaste G¹; Cristina Mendoza²; Claudia Palacio P²

¹Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Sección Bioelectrónica.

²Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz, Segmento anterior.

Resumen— El implante del Lente Intraocular (LIO), como tratamiento en oftalmología es más frecuente cada día. El estudio de su relación con las características pupilares, contribuye a una mayor ganancia visual posterior. Este trabajo estudia la relación entre la medida de Agudeza Visual (AV) y el tiempo de Latencia Pupilar en sujetos con implante LIO. Los resultados muestran que los sujetos con menor tiempo de latencia pupilar presentan mayor AV.

Palabras clave—Latencia Pupilar, AV, LIO.

I. INTRODUCCIÓN

Características de la respuesta pupilar tales como latencia, máxima velocidad de contracción, tiempo de máxima contracción y amplitud, han sido estudiadas en condiciones de luz blanca y oscuridad [1]. Desde el punto de vista biológico la latencia es el tiempo que transcurre entre la aplicación de un estímulo y el inicio de la respuesta al mismo, por el cuerpo. La **latencia pupilar**, es el **tiempo de retraso** debido a la actividad nerviosa, o a la excitación neuromuscular; que se da entre la aplicación de un estímulo (comúnmente luminoso), hasta el inicio de la contracción de los músculos del iris (pupilares). El tiempo de latencia no cambia con la edad [2]. Se ha observado que pupilas más pequeñas incrementan la profundidad de foco mejorando la agudeza visual [3]. La agudeza visual es definida como el poder resolvente del ojo o la capacidad para ver dos objetos próximos como separados [4].

Por otro lado, el implante de LIO representa un paso importante en el avance de la cirugía refractiva al ser empleado no solo para el tratamiento de cataratas, sino también para el tratamiento de errores refractivos altos [5], y/o de deficiencias visuales en la visión cercana, la mayoría de las veces presentes después de los 40 años. A este respecto, autores han explicado la importancia de considerar el diámetro pupilar cuando un LIO será o ha sido implantado [6-8], evaluando diámetros pupilares en diferentes condiciones de iluminación.

Así pues, la cantidad de visión se ha estudiado con los diámetros pupilares, pero poco es conocido sobre la asociación entre los tiempos de respuesta pupilar y la visión.

Por lo cual el objetivo de este trabajo, es: Conocer la relación entre los tiempos de latencia pupilar a 6 diferentes longitudes de onda y la medida de agudeza visual.

II. METODOLOGÍA

La metodología empleada se ha dividido en dos: Características de los estímulos y Estudios oculares.

I. Características de los estímulos

Espectro de reflectancia se mide con un espectrómetro modelo OSM-400-UV/VIS. Para conocer la longitud de onda predominante, misma que se asigna como longitud de onda en este trabajo. Tabla I.

Niveles de Luminancia, se miden con un Light Photometer IL 400 A. Tabla I.

TABLA I
ESTIMULOS

	Niveles (cd/m ²)					
λ	460	500	550	600	630	WHITE
L	9	4	45	22	9	75

λ = Longitud de onda principal
L = Medida de luminancia

II. Estudios Oculares

El protocolo fue revisado y autorizado por el Comité de Bioética para la Investigación en Seres Humanos del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (COBISH-CINVESTAV).

Los criterios de inclusión fueron: sujetos sin patologías oculares, ni sistémicas asociadas; sin problemas de percepción cromática y voluntarios para el estudio. Los sujetos participantes fueron reclutados en la Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz (FHNSL), en donde también se realizó el implante de LIO.

Tiempos de Latencia:

Se realiza empleando video-oculografía (VOG) con una cámara de alta velocidad DALSA, modelo CA-D6-0256W-ECEW con un rango de captura de hasta 929 cuadros por

segundo y una resolución de 260 x 260 pixels. En este video se capturaron aproximadamente 155 imágenes por segundo (6 segundos de estímulo). Permitiendo realizar un análisis de las respuestas pupilares aproximadamente cada 0.007 s (tiempo entre fotos). Las imágenes fueron grabadas con una luz infraroja colocada a 10 cm en el lado temporal del ojo izquierdo o derecho dependiendo del ojo en el que se implantó el LIO, en un cuarto oscuro. Se inicia con 10 minutos de adaptación a la oscuridad y posteriormente el primer estímulo. El orden de los estímulos es: 460, 500, 550, 600, 630 nm y blanco. Con 5 minutos de adaptación a la oscuridad entre cada estímulo

La determinación del tiempo de latencia y el procesamiento digital de imágenes, se realiza como lo describen Sánchez A. y Suaste E. [9].

Toma de Agudeza Visual:

La agudeza visual fue evaluada con una cartilla ETDRS a 4m. Valores de agudeza visual son descritos en su notación decimal equivalente. Este estudio considera la agudeza visual del ojo grabado en la VOG.

III. RESULTADOS

En este primer estudio, una vez seleccionados los sujetos que cubrieron los criterios de inclusión y firmaron su carta de consentimiento informado; en el CINVESTAV se realizó la toma de VOG, y en FHNSL la toma de AV. La edad promedio fue de 64 años (63.8), con un rango de 58 a 74 años. En la Tabla II se describe los tiempos de respuesta a cada color y en la Tabla III las medidas de agudeza visual lejana y cercana

TABLA II
TIEMPOS DE LATENCIA

Sujeto	Longitud de Onda (nm)					
	460	500	550	600	630	WHITE
1	167	292	192	192	242	217
2	* 50	225	150	192	142	125
3	225	192	* 75	* 25	175	184
4	200	317	175	* 83	* 66	117
5	259	250	200	217	275	200
6	* 25	234	* 25	250	217	100
7	* 91	275	* 50	284	142	167
8	175	259	91	192	234	167
9	225	326	200	150	242	125

* Señala los tiempos de latencia más cortos

Como es posible observar los sujetos 3,4, 6, y 7 mostraron tiempos de latencia más cortos que los demás sujetos en 2 de las 6 longitudes de onda. Y el sujeto 2 solo en una.

De estos sujetos, tres de ellos respondieron rápidamente a 550 nm. Y, dos de ellos también respondieron rápidamente a la longitud de onda corta (460 nm).

Lo anterior pese a que el blanco posee una luminancia mayor.

TABLA III
AGUDEZA VISUAL

Sujeto	AV-L	AV-C
1	0.4	0.4
2	0.3	0.3
3	^ 0.6	^ 0.8
4	0.4	0.3
5	0.4	0.5
6	^ 0.8	^ 0.6
7	^ 0.8	0.4
8	0.4	0.4
9	0.4	0.3

^ Indica las medidas de agudeza visual mayores. El 100% equivale a 1.

AV-L = Agudeza Visual Lejana (6 m)

AV-C = Agudeza Visual Cercana (40 cm)

Tal como se describe los sujetos 3, 6 y 7 mostraron medidas más altas de Agudeza Visual Lejana. Mientras que, en visión cercana los sujetos 3 y 6 también.

Los sujetos 3 y 6 que mostraron mejor visión lejana y cercana coinciden en mostrar tiempos de latencia más cortos a 550 nm.

IV. DISCUSIÓN

Es posible que el tiempo de latencia pupilar sea más rápido en sujetos con implante, dado que con la edad no se modifica, como lo refieren Kasthurirangan S, Glasser.

El presente trabajo muestra la importancia de considerar no solo el diámetro pupilar para el implante de LIO como lo describen Alfonso et al., Artigas J. y F Alió JL [7-8]; sino además el tiempo de latencia pupilar; dado que, tiempos de latencia más cortos en la longitud de onda de máxima sensibilidad para el ojo humano, puede representar una mejor ganancia visual posterior al implante de LIO.

Lobato Rincón L. et Al. [10] Demostraron que existe diferencia significativa debida al color entre grupos de edad. En este trabajo además se observa que esta variación está relacionada a la medida de Agudeza Visual.

Por otro lado la respuesta pupilar se ha estudiado en relación al proceso cognitivo y a la atención [11-12], pero la latencia pupilar asociada a la agudeza Visual ha sido estudiada en menor grado.

V. CONCLUSION

La VOG de alta velocidad en conjunto con el procesamiento digital de imágenes, constituyen un método confiable para la determinación del tiempo de latencia pupilar; además de otras características, considerando principalmente el tiempo de muestreo. La medida de AV como un parámetro en la evaluación de la eficiencia del implante del LIO es primordial.

El tiempo de latencia pupilar más corto, está estrechamente relacionado a las medidas de AV más altas en los sujetos que tienen implante de LIO.

RECONOCIMIENTOS

Al CONACYT por su apoyo al proyecto 141191. A la Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz por el acceso a los sujetos con implante de LIO.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Bitsios P, Prettyman R, Szabadi, E. Changes in autonomic function with age: a study of pupillary kinetics in healthy young and old people. *Age Ageing* 1996; 25:432-438.
- [2] Kasthurirangan S, Glasser A. Age related changes in the characteristics of the near pupil response. *Vis Res* 2006; 46:1393-1403.
- [3] Oyster CW. *The human eye: structure and function*. Sinauer Associates, Sunderland, M A; 1999
- [4] Grovenor Theodore. *Optometría de Atención primaria*. 1 Ed. Español. ELSEVIER-MASSON 2004; 11.
- [5] Morris GM, Nordan LT. Phakic intraocular lenses. *Optics and photonics news*, 2004:26-31.
- [6] Alfonso JF, Fernández-Vega L, Baamonde MB, Montés-Mico R. Correlation of pupil size with visual acuity and contrast sensitivity after implantation of an apodized diffractive intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2007; 33:430-438.
- [7] Artigas JM, Meneso JL, Peris C, Adelina F, Díaz-Llopis M. Image quality with multifocal intraocular lenses and the effect of pupil size. Comparison of refractive and hybrid refractive-diffractive designs. *J Cataract Refract Surg* 2007; 33:2111-2117.
- [8] F Alió JL, Schimchak P, Montés-Micó R, Galal A. Retinal image quality after microincision intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31:1557-1560.
- [9] A. S. Sánchez, E. Suaste. Latencia pupilar a estímulos cromáticos asociada a la edad. *Actas de las Terceras Jornadas Chilenas de Ingeniería Biomédica* 2012.
- [10] Lobato Rincón L. et Al. Pupillary behavior in relation to wavelength and age front. *Hum. Neurosci.*, 22 April 2014:8:1-8.
- [11] Szulewski Adam, et al. increasing pupil size is associated with increasing cognitive processing demands: a pilot study using mobile eye-tracking device. *Open Journal of Emergency Medicine*, 2014, 2, 8- 11.
- [12] Koelewijn Thomas, et The pupil response reveals increased listening effort when it is difficult to focus attention. *Hearing Res* 2015:323; 1-90.