

Aberraciones de alto orden, sensibilidad al contraste y agudeza visual: estudio comparativo entre lentes intraoculares asféricos y convencionales

**Dr. Eduardo Ayup-Arguijo, Dr. Humberto Matiz-Moreno, Dra Marisol Garzón, Dr. Angel Nava-Castañeda,
Dr. Eduardo Chávez-Mondragón**

RESUMEN

Objetivo: Comparar las aberraciones de alto orden (AAO), la sensibilidad al contraste y la agudeza visual entre pacientes operados con lentes intraoculares (LIO) asféricos o convencionales.

Pacientes y métodos: Ensayo clínico controlado. Se incluyeron pacientes con catarata bilateral y astigmatismo $\leq 1D$. Se excluyeron aquellos con cualquier patología ocular agregada. Se realizó facoemulsificación en el primer ojo aleatoriamente y se implantó un LIO Alcon Acrysof-Natural® SN60AT. Posteriormente, se intervino el ojo contralateral y se implantó un LIO Alcon Acrysof-IQ® SN60WF. Se obtuvo la agudeza visual en condiciones fotopicas 80-100 cd/m². La sensibilidad al contraste se tomó con cartilla sinusoidal Vistech CSV-1000 en condiciones fotopicas 80-100 cd/m². Se obtuvo el RMS de alto orden exclusivamente con un aberrómetro WASCA (Carl Zeiss Meditec) diámetro pupilar = 6 mm y condiciones mesópicas 5-10 cd/m².

Resultados: Se estudiaron 30 ojos (15 pacientes). La agudeza visual sin corrección (AVSC) del grupo 1 (SN60AT) fue en 6 = 20/20 (40%) y 9 = 20/15 (60%) $S \pm 0.152$. En el grupo 2 (SN60WF) la AVSC fue en 3 = 20/20 (20%) y en 12 = 20/15 (80%) $S \pm 0.124$, $p > 0.05$. La aberrometría del grupo 1 fue en promedio RMS = 0.68 μm ($S \pm 0.167$) y en el grupo 2 RMS = 0.42 μm ($S \pm 0.15$), $p < 0.05$. La sensibilidad al contraste fue más alta en todas las frecuencias espaciales del grupo 2 con $p < 0.05$ en cada una de ellas.

Conclusiones: La implantación del LIO asférico resulta en AAO significativamente menores, así como sensibilidad al contraste significativamente más alta en todas las frecuencias espaciales comparado con el LIO convencional. En cuanto a la AV, no hay diferencia estadísticamente significativa entre ambos tipos de LIOs.

Palabras clave: Aberrometría, asfericidad, sensibilidad al contraste.

SUMMARY

Purpose: To compare High-Order Aberrations (HOA), contrast sensitivity and visual acuity between aspheric and conventional intraocular lenses (IOL)

Methods: Controlled clinical essay. Patients with bilateral cataract and astigmatism $\leq 1D$ were included. Subjects with any other ocular disease were excluded. Phacoemulsification surgery was performed in a randomly chosen eye with implantation of an Alcon Acrysof-Natural SN60AT IOL. Posteriorly the contra-lateral eye was submitted to the same procedure and an Alcon Acrysof-IQ SN60WF IOL was implanted. Visual acuity was measured under photopic conditions 80-100 cd/m². Contrast sensitivity was obtained with a sinusoidal Vistech CSV-1000 chart under photopic conditions 80-100 cd/m². Only high-order aberrations root mean square (RMS) was obtained with a WASCA (Carl Zeiss Meditec) aberrometer with 6 mm pupillary diameter and mesopic conditions 5-10cd/m².

Results: Thirty eyes (15 patients) were studied. Non-corrected visual acuity (NCVA) in group 1 (SN60AT) was 20/20 in 6 eyes (40%) and 20/15 in 9 eyes (60%), $SD \pm 0.152$. In group 2 (SN60WF) the NCVA was in 3 eyes = 20/20 (20%) and in 12 eyes = 20/15 (80%), $SD \pm 0.124$ $p > 0.05$. The mean RMS of HOA in group 1 was 0.68 μm ($SD \pm 0.167$) and in group 2 = 0.42 μm ($SD \pm 0.15$), $p < 0.05$. The contrast sensitivity was higher in all spatial frequencies in group 2 with a $p < 0.05$ in each of them.

Conclusions: The use of aspheric IOL results in diminished HOA and better contrast sensitivity compared to conventional IOL's. No significant difference exists in regard to the visual acuity.

Key words: Aberrometry, asphericity, contrast sensitivity.

Correspondencia: Dr Eduardo Ayup-Arguijo. Instituto de Oftalmología "Fundación Conde de Valenciana". Chimalpopoca 14 Col. Obrera 06800, México D.F. Tel: 5511299951, E-mail: pejeguayabo@hotmail.com

ANTECEDENTES

Actualmente la cirugía de catarata es el procedimiento quirúrgico electivo más realizado en el mundo, las técnicas modernas se combinan rutinariamente con la implantación de un lente intraocular (LIO) (1, 2). A pesar de que un ojo pseudofáquico tiene mejor agudeza visual y mejor sensibilidad al contraste que uno áfaco con corrección aérea, la sensibilidad al contraste del ojo pseudofáquico es menor que la de un ojo fáquico normal (3). Con el advenimiento de la cirugía refractiva, la importancia de las aberraciones ópticas de alto orden se ha incrementado (4). La aberrometría aplicada al sistema óptico del ojo ha permitido conocer por qué la córnea de la mayoría de la población presenta una aberración esférica positiva que, en individuos jóvenes, se compensa con la aberración esférica negativa del cristalino. Esta aberración corneal es estable con el tiempo, mientras que la del cristalino va cambiando y, a partir de los cuarenta años, comienza a ser positiva, con lo que no solamente no compensa la aberración corneal sino que se suma a ella, deteriorando la calidad óptica de todo el sistema (5-9). Los LIOs convencionales-esféricos tienen una aberración esférica positiva, por lo que un ojo pseudofáquico no es mejor ópticamente que un ojo fáquico con cristalino transparente, resultando así en que un paciente puede estar insatisfecho con cambios posoperatorios en las aberraciones ópticas aun y cuando tenga una muy buena agudeza visual. Dado que las aberraciones esféricas se incrementan, se disminuye la sensibilidad al contraste, así como la profundidad de foco (10). Basados en estas observaciones, se ha postulado que un LIO asférico que imite las condiciones de un cristalino joven con respecto a la aberración óptica, daría como resultado un ojo pseudofáquico con mejor sensibilidad al contraste comparado con un ojo pseudofáquico con un LIO esférico convencional. (1, 10-12).

Recientemente se lanzó al mercado el LIO asférico Acrysof IQ® SN60WF (Alcon Laboratories), de acrílico hidrofóbico-una pieza, su diseño está basado en la plataforma del LIO AcrySof-Natural® SN60AT con bordes cuadrados, filtro para luz azul IMPRUV® y la posibilidad de implantarlo con el inyector Monarch II o Royale. La asfericidad del LIO es creada por la reducción del grosor central posterior del óptico, sin incremento en el grosor de los bordes, resultando en una aberración esférica negativa, calculada para compensar la aberración corneal de la población promedio. Este lente incorpora además de un filtro ultravioleta, como otras lentes del mercado, un cromóforo IMPRUV®, filtro de coloración amarillenta similar al que adquiere con el envejecimiento normal el cristalino humano. La adición del tinte amarillo IMPRUV® a un lente intraocular se propuso originalmente como un filtro para la luz azul (espectro lumínico desde 400 a 550 nm), responsable de la creación de radicales libres del epitelio pigmentado de la retina. Se busca así prevenir o retardar la degeneración macular relacionada con la edad, aunque este efecto protector aún no está demostrado. Estudios recientes en estas lentes entintadas han demostrado una mejoría a la sensibilidad al contraste al compararlos con LIOs transparentes como lo reporta Cristóbal y cols. (13).

PACIENTES Y MÉTODOS

Se incluyeron pacientes adultos, de uno y otro sexo, con diagnóstico de catarata bilateral y astigmatismo d» 1D. Se excluyeron aquellos con cualquier patología ocular agregada (pseudoexfoliación, retinopatía diabética, DMRE).

Todos los pacientes firmaron el formato de consentimiento informado.

Se calculó el poder del LIO para emetropia con una fórmula de regresión SRK T y constante A = 118.7.

Se realizó facoemulsificación en el primer ojo aleatoriamente y se implantó un LIO Acrysof-Natural® SN60AT (Alcon Laboratories). Después de una semana de la primer cirugía, se intervino el ojo contralateral y se implantó un LIO Acrysof IQ® SN60WF (Alcon Laboratories).

Todos los procedimientos fueron realizados por el mismo cirujano con la misma técnica (Stop & Chop), anestesia tópica 2 gotas de tetracaína 1% + intracameral 0.2 ml lidocaína 1%, incisión en córnea clara de 3 mm con sutura (nylon 10-0) e implante de la LIO dentro del saco capsular.

Todos los pacientes recibieron tratamiento posquirúrgico con antiinflamatorio + antibótico tópicos, dexametasona 0.1% + ciprofloxacino 0.3%, 1 gota cada 2 horas durante 2 semanas.

Al cumplir un mes postoperatorio se realizó la toma de agudeza visual, sensibilidad al contraste y aberrometría, todos por un mismo investigador.

La agudeza visual se tomó con una cartilla de Snellen estándar a 6 metros de distancia en condiciones fotópicas (80-100 cd/m²).

El examen de sensibilidad al contraste se realizó con una cartilla sinusoidal Vistech CSV-1000 a 3 metros de distancia en condiciones fotópicas (80-100 cd/m²). Se obtuvo en cinco parámetros de frecuencias espaciales: 1.5, 3, 6, 12 y 18 ciclos/grado.

Para la determinación de las aberraciones de alto orden se empleó un aberrómetro de salida tipo Hartmann-Sack. Se eligió el aberrómetro WASCA de Carl Zeiss Meditec, se realizó la toma con diámetro pupilar de 6 mm y condiciones ambientales mesópicas (5-10cd/m²). Se obtuvo el valor de las aberrometrías de alto orden (tercer y cuarto orden exclusivamente) con el valor RMS que representa el valor total de ellas en forma global.

Se obtuvo la satisfacción subjetiva comparativa de calidad de visión con una simple pregunta directa: ¿Con cuál ojo ve mejor?

En el análisis estadístico se utilizó una prueba de U de Mann-Witney para variables continuas (agudeza visual, aberrometría y sensibilidad al contraste) y para las variables nominales (satisfacción subjetiva) se aplicó una prueba de X². Se tomó el valor de p < 0.05 como significativo.

Todos los pacientes fueron informados de los objetivos y posibles complicaciones del estudio y nos comprometimos a manejar toda la información resultante confidencialmente. El presente estudio cumple con los requisitos de la Declaración de Helsinki, y fue aprobado por el comité de bioética del Instituto de Oftalmología “Conde de Valenciana”.

RESULTADOS

Se estudiaron 30 ojos de 15 pacientes ($n = 15$) 3 hombres y 12 mujeres. Edad promedio 59.3 años (rango: 47-75).

No se presentaron complicaciones transoperatorias ni durante el seguimiento. Ningún paciente fue eliminado durante el estudio.

La agudeza visual postoperatoria sin corrección (AVSC) obtenida en el grupo 1 (LIO SN60AT) fue en todos los casos de 20/20 o mejor, en 6 = 20/20 (40%) y 9 = 20/15 (60%), $S \pm 0.152$. La refracción en equivalente esférico estuvo dentro de la emetropía ± 0.50 D. En el grupo 2 (LIO SN60WF) la agudeza visual final fue en 3 = 20/20 (20%) y en 12 = 20/15 (80%), $S \pm 0.124$. Al igual que el grupo 1, la refracción final en equivalente esférico de todos los pacientes estuvo dentro de ± 0.50 D. Aunque en el grupo 2 más pacientes alcanzaron 20/15 de visión sin corrección, no se logra establecer diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$).

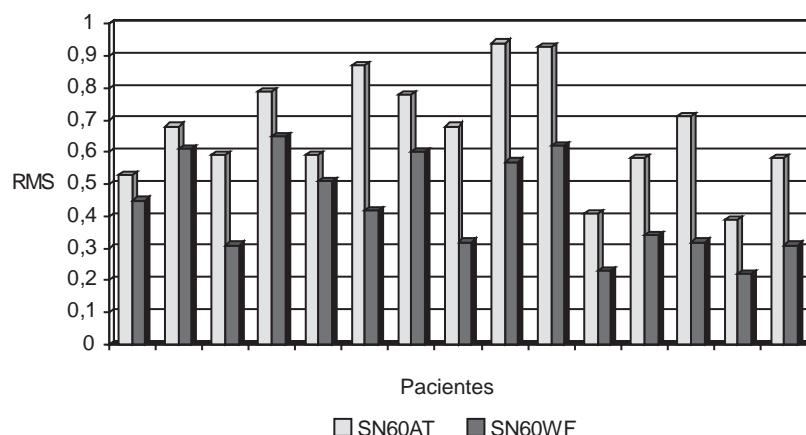
La aberrometría óptica (tercer y cuarto orden) que se obtuvo en el grupo 1 fue en promedio de $RMS = 0.68$ mm ($S \pm 0.167$) y en el grupo 2 el promedio fue de $RMS = 0.42$ mm ($S \pm 0.15$), encontrándose una diferencia estadísticamente significativa con una $p < 0.05$ (Gráficas 1 y 2).

La sensibilidad al contraste en la frecuencia de 1.5 c/g, el

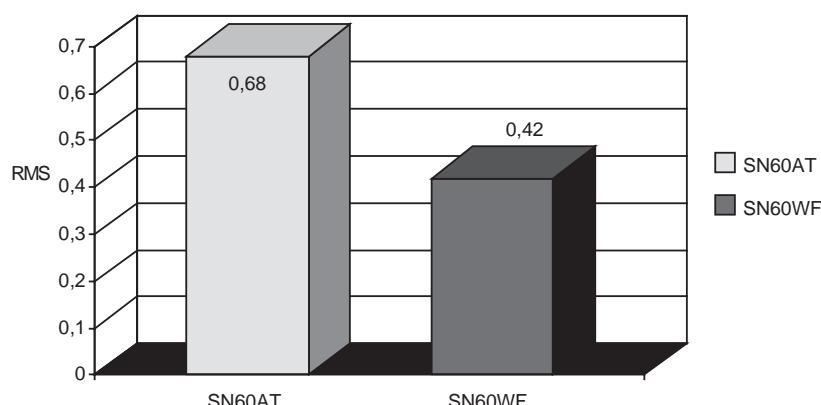
grupo 1 obtuvo un promedio de sensibilidad de 5 ($S = 0.0$) y el grupo 2 tuvo un promedio de sensibilidad de $5.2 (S \pm 0.45)$ estableciendo una diferencia estadísticamente significativa con una $p < 0.05$. En la frecuencia de 3 c/g, el grupo 1 obtuvo un promedio de sensibilidad de $5.33 (S \pm 0.48)$ y el grupo 2 tuvo un promedio de sensibilidad de $6.13 (S \pm 0.63)$, estableciendo también diferencia estadísticamente significativa con una $p < 0.05$. En cuanto a la frecuencia de 6 c/g, el grupo 1 obtuvo un promedio de sensibilidad de $4.2 (S \pm 0.41)$ y el grupo 2 tuvo un promedio de sensibilidad de $5.4 (S \pm 0.83)$ estableciéndose una diferencia estadísticamente significativa con una $p < 0.05$. Para la frecuencia espacial de 12 c/g, el resultado del grupo 1 en promedio de sensibilidad fue de $3.2 (S \pm 0.88)$ y el grupo 2 tuvo un promedio de sensibilidad de $4.8 (S \pm 0.86)$ estableciendo así diferencia estadísticamente significativa con una $p < 0.05$. Por último, en la frecuencia de 18 c/g, el grupo 1 obtuvo un promedio de sensibilidad de $2 (S \pm 1)$ y el grupo 2 tuvo un promedio de sensibilidad de $3.7 (S \pm 1.09)$ estableciendo, al igual que en las frecuencias anteriores, una diferencia estadísticamente significativa con una $p < 0.05$ (Gráfica 3).

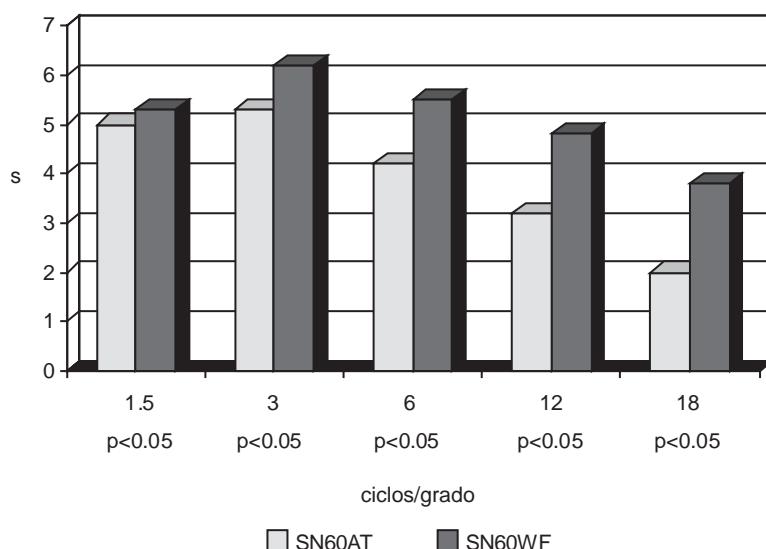
En cuanto a la satisfacción subjetiva, de los 15 pacientes estudiados ($n = 15$) 14 de ellos (93%) prefirieron el ojo con el lente asférico y el paciente restante (1) 7% refirió

Gráfica 1. Aberrometría.



Gráfica 2. Aberrometría.



Gráfica 3. Sensibilidad al contraste.

no notar diferencia alguna en cuanto a la calidad de visión entre ambos ojos. Ningún paciente refirió mejor visión con el ojo del lente esférico convencional. Esta tendencia establece una diferencia altamente significativa entre los dos grupos con una $p < 0.05$.

DISCUSIÓN

Existen estudios con lentes asféricos que reportan mejoría de la agudeza visual y de la sensibilidad al contraste al compararlos con LIOs convencionales (1, 14-16).

En este trabajo no demostramos una diferencia significativa en cuanto a la agudeza visual entre un lente convencional-esférico (SN60AT) y uno asférico (SN60WF), aunque todas fueron de 20/20 o mejor. Cabe destacar que ambos modelos de lentes tienen filtro para luz azul (IMPRUV®), lo que les otorga una mejoría en la sensibilidad al contraste comparado con los lentes transparentes. Por esto, se realizó este trabajo comparando dos lentes entintados fabricados en la misma plataforma y en los cuales su única diferencia es la asfericidad.

Las aberraciones ópticas de alto orden (3° y 4° orden) obtenidas en los ojos con el lente asférico fueron significativamente menores que en los ojos con los lentes convencionales. Para demostrar esto tomamos el valor de aberrometría global RMS (Root Mean Square), el cual es un índice que nos ofrece, con una sola cifra en micras, el valor crudo del promedio de las aberraciones de alto orden (tercero y cuarto exclusivamente) de todo el sistema óptico. Actualmente los aberrómetros disponibles no son capaces de analizar la aberración óptica de cada medio refractivo del ojo por separado, por lo que analizan la aberración global del sistema refractivo completo. En nuestros resultados, al hacer el análisis caso por caso demostramos una disminución de la aberrometría

óptica total en los ojos con los lentes asféricos. Por lo anterior concluimos que, por lo menos en el 90% de los casos, el lente asférico compensa adecuadamente la aberración corneal imitando eficazmente el funcionamiento del cristalino joven.

La sensibilidad al contraste fue significativamente mejor en todas las frecuencias espaciales en los ojos con lentes asféricos, siendo mayor en las frecuencias altas (6, 12 y 18 c/g), lo cual concuerda con los resultados de Bellucci y cols. (15). Estos hallazgos sugieren una mejor calidad de visión en condiciones mesópicas y con esto una mejor calidad de vida. Por ejemplo, se podría conducir un automóvil durante la noche con mayor seguridad.

En cuanto a la satisfacción subjetiva de los pacientes, encontramos una tendencia significativamente mayor (93%) a preferir el ojo con el lente asférico por referir una "mejor visión" aunque la agudeza visual sea semejante a la del ojo contralateral (LIO esférico). Esta tendencia se puede explicar basándonos en los resultados superiores de aberrometría y sensibilidad al contraste previos. Debemos resaltar que los pacientes desconocen la naturaleza de esta diferencia ya que no se les informó acerca de los modelos de los lentes. Además, la facoemulsificación se realizó en orden aleatorio sin discriminar previamente cual era el ojo preferente. Por los hallazgos obtenidos, esto resultó irrelevante puesto que la preferencia es abrumadora.

CONCLUSIONES

La implantación del LIO asférico resulta en AAO significativamente menores, así como sensibilidad al contraste significativamente más alta en todas las frecuencias espaciales comparado con el LIO convencional. La calidad de visión subjetiva es altamente más preferida en el ojo con LIO

asférico. En cuanto a la AV, no hay diferencia estadísticamente significativa entre ambos tipos de LIOs.

No existen hasta la fecha reportes de estudios con este modelo de LIO SN60WF ni de satisfacción subjetiva comparativa con los nuevos modelos asféricos que existen en el mercado. Con nuestros resultados y con una muestra mayor, se podría en un futuro mediano realizar dichos estudios.

REFERENCIAS

1. Mester U, Dillinger P, Anterist N. Impact of a modified optic design on visual function: Clinical comparative study. *J Cataract Refract Surg* 2003; 29:652-660.
2. Simpson MJ. Optical quality of intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 1992; 18:86-94.
3. Aggarwal A, Khurana AK, Nada M. Contrast sensitivity function in pseudophakics and aphakics. *Acta Ophthalmol Scand* 1999; 77:441-443.
4. Choi J, Kim T, Tchah H. Comparsion of wavefront aberration after cataract surgery with acrylic intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31:324-329.
5. Artal P, Berrio E, Guirao A, Piers P. Contribution of the cornea and internal surfaces to the change of ocular aberrations with age. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis* 2002; 99:137-143.
6. el Hage SG, Berry F. Contribution of the crystalline lens to the spherical aberration of the eye. *J Opt Soc Am* 1973; 63:205-211.
7. Guirao A, González C, Redondo M, Geraghty E, Norrby S, Artal P. Average optical performance of the human eye as a function of age in a normal population. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999; 40:203-213.
8. Wang L, Dai E, Koch DD, Nathoo A. Optical aberrations of the human anterior cornea. *J Cataract Refract Surg* 2003; 29:1514-1521.
9. Artal P, Guirao A. Contributions of the cornea and the lens to the aberrations of the human eye. *Opt Lett* 1998; 23:1713-1715.
10. Atchison DA. Design of aspheric intraocular lenses. *Ophthalmic Physiol Optics* 1991; 11:137-146.
11. Holladay JT, Piers PA, Koranyi G y cols. A new intraocular lens design to reduce spherical aberration of pseudophakic eyes. *J Refract Surg* 2002; 18:683-691.
12. Bellucci R, Morselli S, Piers P. Comparsion of wavefront aberrations and optical quality of eyes implanted with five different intraocular lenses. *J Refract Surg* 2004; 20:297-306.
13. Cristóbal JA, Sierra J, Martín J y cols. Intraocular lenses with blue light filter. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología* 2005; 4:1-6.
14. Packer M, Fine H, Hoffman RS, Piers PA. Improved functional vision with a modified prolate intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2004; 30:986-992.
15. Bellucci R, Scialdone A, Burato L y cols. Visual acuity and contrast sensitivity comparsion between Tecnis and AcrySof SA60AT intraocular lenses: A multicenter randomized study. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31:712-717.
16. Martínez A, Palacín B, Castilla M y cols. Spherical aberration influence in visual function after cataract surgery: Prospective randomized trial. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología* 2005; 2:1-8.

Cita histórica:

El alcaloide del pilocarpus jaborandi (*Pilocarpus pennatifolius*) fue descubierto por E. **Hardy** en 1875, y aplicado por **Adolf Weber** para el tratamiento del glaucoma, por primera vez, en 1876, en Darmstadt, Alemania.