

Análisis de aberrometrías en pacientes emétopes y amétopes

DIEGO GERARDO GUERRERO C.

RESUMEN

OBJETIVO: Determinar cómo influye el tamaño pupilar en las aberraciones de alto orden.

MÉTODOS: Trabajo retrospectivo. Se evaluó un total de 239 ojos (amétopes, 209 y emétopes, 30) de 127 pacientes. La edad media fue 26 ± 5.4 años (rango 20 a 35 años). Todos los ojos tenían cristalino claro y no presentaban otras enfermedades oculares asociadas. Todos fueron evaluados por el mismo operador bajo las mismas condiciones (pupila escotópica) y con el mismo aberrómetro (WaveScan Wavefront System from VISX, software versión 3.62). Se realizó un análisis basado en la influencia del tamaño pupilar con respecto de las siguientes variables: root mean square (RMS), coma, trefoil y aberración esférica.

RESULTADOS: La media de RMS fue de 0,2731 en pupila normal y 0,4076 en pupila grande ($P < 0,0001$).

CONCLUSIONES: Este estudio convalida que las aberraciones de alto orden ocurren en mayor grado en pupilas grandes que en normales. *OFTALMOL CLIN EXP* 2008;3: 66-69

PALABRAS CLAVE: aberrometría, emétopes, amétopes, aberraciones de alto orden.

A statistical study of aberrometries in emmetropic and ametropic patients

ABSTRACT:

PURPOSE: To determine the influence of pupillary size on high order aberrations in ametropic and emmetropic patients.

METHODS: Retrospective study. A total of 239 eyes of 127 patients were evaluated (ametropic=209 and emmetropic=30). The mean age of the patients was 26 ± 5.4 years (range 20 to 35 years). The lens was clear in all eyes without another ocular disease. All eyes were evaluated by one operator under the same conditions (scotopic pupil) and with the same aberrometer (WaveScan Wavefront System from VISX, software version 3.62). Variables analyzed were root mean square (RMS), coma, trefoil and spherical aberration.

RESULTS: The mean RMS was 0,2731 in normal pupil and 0,4076 in large pupil ($P < 0,0001$).

CONCLUSIONS: The findings of this study support the finding that high order aberrations are higher in large pupils than in normal pupils. *OFTALMOL CLIN EXP* 2008;3: 66-69

KEYWORDS: aberrometries, emmetropia, ametropia, high order aberrations.

El análisis de frente de onda (*wavefront analysis*) se basa en un sistema que proyecta longitudes de onda de luz como planos o "frente de onda" hacia el ojo, sobre la mácula y a través de todo el sistema óptico que luego se reflejan de vuelta hacia la córnea y son captados por una cámara de video que obtiene las imágenes¹. Los equipos fueron desarrollados inicialmente para uso en telescopios de alto poder con el propósito de reducir distorsiones al observar objetos distantes en el espacio.

En 1900, Johannes Hartmann diseñó un método para medir las aberraciones de los rayos de espejos y lentes. Utilizó un disco metálico con orificios para aislar los rayos de luz para que estos pudieran ser ubicados. En 1961, Smirnov fue el primero en medir aberraciones de onda en el ojo. Luego, en 1971, Roland Shack y cola-

boradores describieron una nueva versión de la pantalla de Hartmann modificada; este desarrollo fue llamado sensor de Hartmann-Shack.

El Dr. Bille, un físico que trabajó en el desarrollo de láseres, se involucró en ópticas adaptativas, un concepto astronómico que pensó para compensar las aberraciones atmosféricas causadas por la turbulencia en la atmósfera de la tierra y de ese modo removerlas de las imágenes obtenidas por los telescopios. Esto permitió a los astrónomos obtener telescopios de mucha mejor resolución. Así se desarrollaron dos telescopios con ópticas adaptativas con fines militares en Estados Unidos. El primer telescopio con ópticas adaptativas de Europa se construyó en la Universidad de Heidelberg en 1978.

Poco tiempo después, el Dr. Bille comenzó a desarrollar una versión más pequeña de ópticas adaptativas para obtener imágenes de abe-

Recibido:
23 agosto 2007
Aceptado:
29 septiembre 2008
Autor responsable:
Diego G. Guerrero C.
Instituto Oftalmológico
Guerrero
Montevideo 47,
Mendoza, Argentina
C.E.: diegoguerrero@
institutoguerrero.com.ar

El autor no tiene interés
comercial en los equipos
mencionados.

raciones en el ojo. Esta tecnología se aplica actualmente para la corrección de ametropías con láser midiendo las imperfecciones del ojo²⁻⁴. El propósito de este estudio fue determinar la influencia del tamaño pupilar en las aberraciones de alto orden.

Material y métodos

Se realizó un estudio estadístico retrospectivo. Se analizaron 239 ojos en 127 pacientes, de los cuales 209 correspondieron a amétropes (miopes e hipermétropes) y 30, a emétropes. La edad media de los pacientes examinados fue 26 ± 5,4 años (rango 20 a 35 años). Todos los ojos presentaron cristalino claro y sin ninguna otra enfermedad ocular a excepción de la ametropía.

Se evaluó la influencia del tamaño de las pupilas con respecto de las distintas aberraciones de alto orden como *root mean square* (RMS), coma, trefoil y aberración esférica.

Se definió como pupila normal hasta 6,5 mm y pupila grande de 6,6 mm en adelante. Se tomó este punto de corte puesto que generalmente en los tratamientos con excímer láser se usa una zona óptica de 6,5 mm que es un tamaño estándar. En el grupo de pupila normal (hasta 6,5 mm) el tamaño varió de 3 a 6,5 mm (media 5,65 ± 0,69 mm) y en el grupo de pupila grande (igual o mayor a 6,6 mm) el tamaño varió de 6,6 a 9,4 mm (media 7,46 ± 0,62 mm).

Para definir amétropes y emétropes se utilizó el equivalente esférico. Dentro del grupo de amétropes se consideró miopes a aquellos con equivalente esférico a partir de -1.50D e hipermétropes a partir de +0.50D. En el grupo de emétropes el equivalente esférico varió de -0.07D a -1.45D y de +0.04D a +0.41D (media -0.66 ± 0.52D). En

el grupo de miopes el equivalente esférico tuvo un rango de -1.51D a -13.81D (media -5.13 ± 2.41D), mientras que en los hipermétropes varió de +0.54D a +6.18D (media +2.55 ± 1.27).

Todos los pacientes fueron evaluados con el mismo aberrómetro (WaveScan Wavefront System from VISX, software versión 3.62), por el mismo operador y bajo las mismas condiciones (pupila escotópica). Los datos se tabularon en una planilla Excel (Microsoft Office 2003). El análisis estadístico se realizó con el programa GraphPad InStat versión 3.01. En todos los casos se utilizó el t-test de Student. Los resultados del análisis estadístico fueron considerados significativos con P<0.05.

Resultados

En la totalidad de los ojos estudiados (amétropes + emétropes), en donde se comparó pupila normal vs. pupila grande en RMS (fig. 1), coma (fig. 2) y aberración esférica (fig. 4), hubo diferencias estadísticamente significativas siendo mayor en pupila grande; mientras que para trefoil (fig. 3) no se halló diferencia estadísticamente significativa con respecto del tamaño pupilar.

El análisis de pupila normal en ojos amétropes vs. emétropes en RMS (fig. 5) y coma (fig. 6) no mostró diferencias estadísticamente significativas, siendo mayor en amétropes. En trefoil (fig. 7) la diferencia también fue estadísticamente significativa pero siendo mayor en emétropes. En cuanto a la aberración esférica (fig. 8) no se encontró diferencia con significación estadística.

En pupila grande en ojos amétropes vs. emétropes, en RfMS (fig. 9) y trefoil (fig. 11) hubo diferencias estadísti-

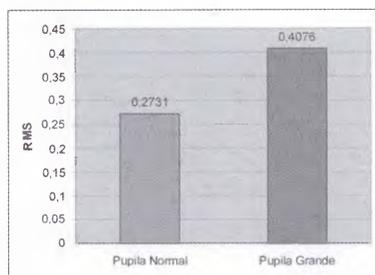


Figura 1: Ametropes+Emetropes (p<0.0001).

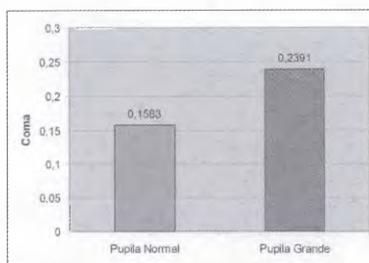


Figura 2: Ametropes+Emetropes (p<0.0001).

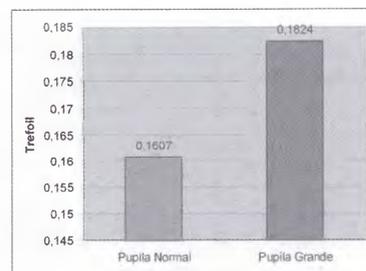


Figura 3: Ametropes+Emetropes (p=0.2216).

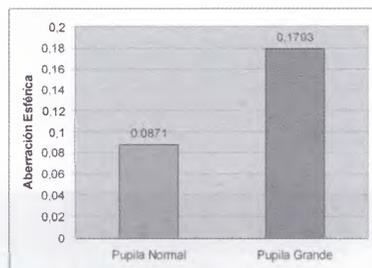


Figura 4: Ametropes+Emetropes (p=0.0001).

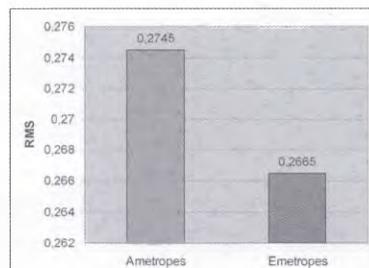


Figura 5: Pupila normal (p=0.0157).

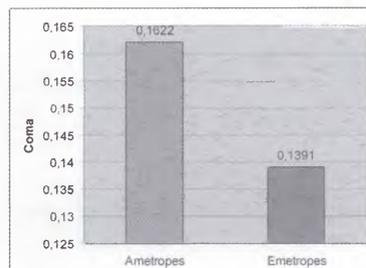


Figura 6: Pupila normal (p=0.0220).

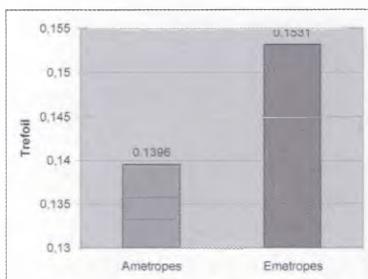


Figura 7: Pupila normal (p=0.0214).

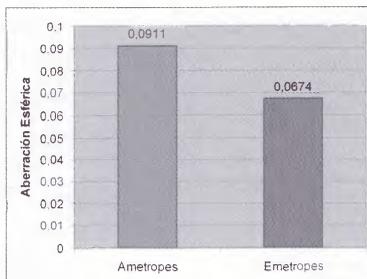


Figura 8: Pupila normal (p=0.1194).

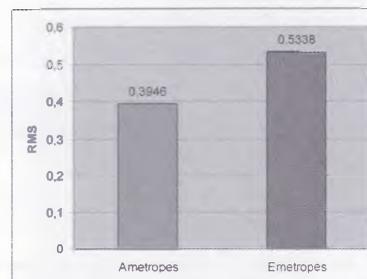


Figura 9: Pupila grande (p=0.0273).

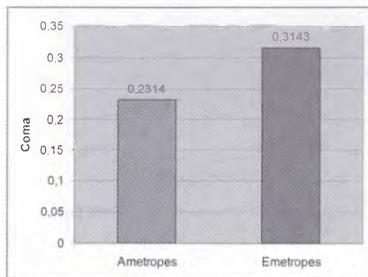


Figura 10: Pupila grande (p=0.0663).

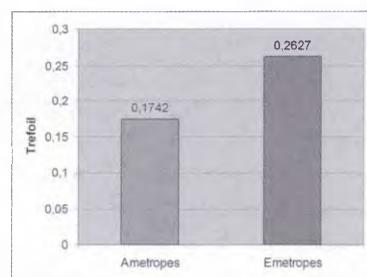


Figura 11: Pupila grande (p=0.0168).

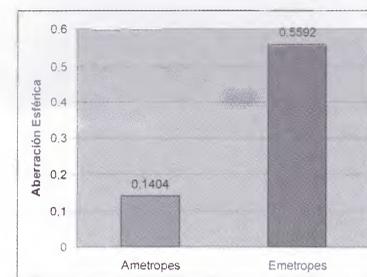


Figura 12: Pupila grande (p=0.2856).

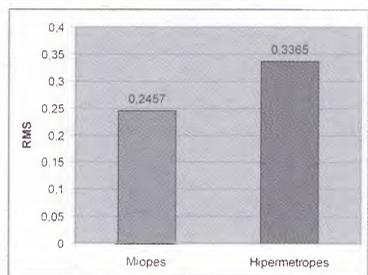


Figura 13: Pupila normal (p=0.0028).

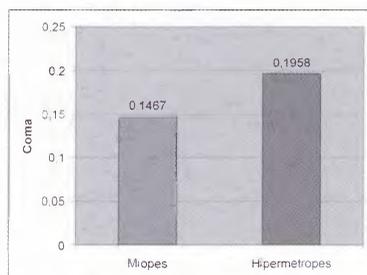


Figura 14: Pupila normal (p=0.0168).

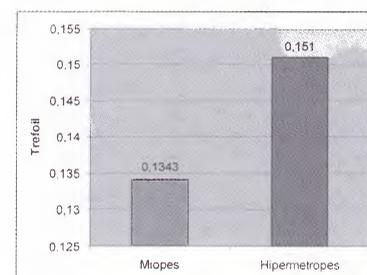


Figura 15: Pupila normal (p=0.9280).

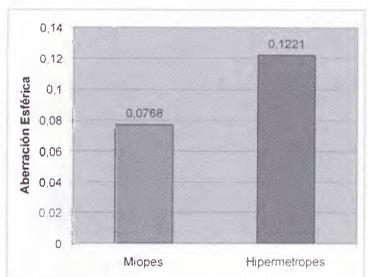


Figura 16: Pupila normal (p=0.0730).

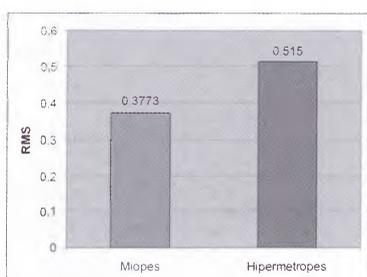


Figura 17: Pupila grande (p=0.0017).

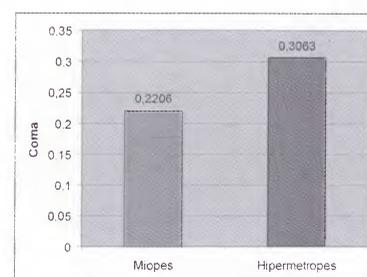


Figura 18: Pupila grande (p=0.0036).

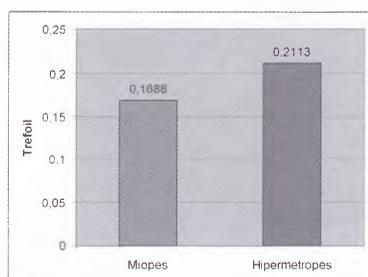


Figura 19: Pupila grande (p=0.0420).

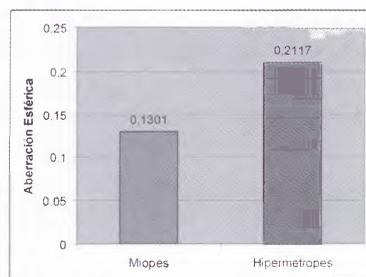


Figura 20: Pupila grande (p=0.1138).

camente significativas, siendo mayor en emétopes. Pero tanto en coma (fig. 10) como en aberración esférica (fig. 12) no se hallaron diferencias significativas.

En el análisis de pupila normal de miopes vs. hipermé-

trotes, en RMS (fig. 13) y coma (fig. 14) hubo diferencias estadísticamente significativas, siendo mayor en hipermétopes; mientras que para trefoil (fig. 15) y aberración esférica (fig. 16) no hubo diferencia significativa.

Por otro lado en pupila grande de miopes vs. hipermétropes en RMS (fig. 17), coma (fig. 18) y trefoil (fig. 19) se halló una diferencia estadísticamente significativa, siendo mayor en hipermétropes; pero no hubo diferencia significativa en cuanto a aberración esférica (fig. 20).

Discusión

Es interesante el hecho que al analizar la totalidad de pacientes hay más aberraciones de alto orden en aquellos con pupila grande. Esta observación coincide con una publicación en la cual se afirma que cuanto menor sea la pupila habrá una disminución de las aberraciones⁵.

En un trabajo publicado por Oshika y colaboradores se evaluó la influencia del diámetro pupilar y su relación en las aberraciones de alto orden y los cambios en la sensibilidad de contraste en tratamiento convencional de laser in situ keratomileusis (LASIK) para miopía. En este trabajo se analizó la pupila fotópica y se tomó por consiguiente un valor de corte de 4 mm o mayor para pupila grande y menor a 4 mm para pupila chica. Los autores concluyeron que en aquellos ojos con pupila fotópica grande, el aumento en la aberración esférica produce una importante influencia en la sensibilidad de contraste, mientras que en pupilas pequeñas los cambios en coma fue lo que tuvo mayor influencia en la calidad visual en base a la sensibilidad de contraste⁶.

También hay que destacar que tanto en pupila normal como en pupila grande hay aberraciones de alto orden en emétopes. Por otro lado en el grupo de miopes vs. hipermétropes, tanto en pupila normal como en pupila grande, hay más aberraciones de alto orden en hipermétropes. Recientemente, Bisneto, Temporini, Arieta y Moreira han descrito una relación positiva entre hipermetropía y aberración esférica y RMS⁷.

Referencias

1. Probst LE, Doane JF. *Cirugía refractiva: sinopsis en color*. España: Elsevier-Masson, 2003, p. 147.
 2. O'Shea DC, editor. *Introduction to wavefront sensors*, vol. TT18. Bellingham (Washington, USA): SPIE Optical Engineering Press, 1995.
 3. Smirnov MS. Measurement of the wave aberration of the human eye. *Biofizika* 1961; 6: 687-703.
 4. Shack RV, Platt BC. Production and use of a lenticular Hartmann screen. *J Opt Soc Am* 1971; 61: 656.
 5. Harilaos SG, Plainis S, Pallikaris A. Variability of wavefront aberration measurements in small pupil sizes using a clinical Shack-Hartmann aberrometer. *BMC Ophthalmol* 2004; 4: 1.
 6. Oshika T, Tokunaga T, Samejima T, Miyata K, Kawana K, Kaji Y. Influence of pupil diameter on the relation between ocular higher-order aberration and contrast sensitivity after laser in situ keratomileusis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006; 47: 1334-8.
- Bisneto OS, Temporini ER, Arieta CE, Moreira H. Relationship between high-order aberrations and age and between high-order aberrations and refraction errors. *Arq Bras Oftalmol* 2007; 70: 290-7.