

Sensibilidad al contraste y aberraciones de alto orden totales, coma y aberración esférica en keratomileusis *in situ* asistida por láser (LASIK) optimizado

Mayor M.C. Blanca Renata **Molina-Islas**,* Mayor M.C. Marco Antonio **Cantero-Vergara****

Departamento de Oftalmología, Hospital Central Militar. Ciudad de México.

RESUMEN

Introducción. Establecer la relación entre la sensibilidad al contraste y las aberraciones de alto orden totales, coma y aberración esférica en pacientes operados con keratomileusis *in situ* asistida por láser (LASIK) optimizado.

Material y método. Ensayo clínico controlado, longitudinal, prospectivo. En 38 ojos de 22 pacientes consecutivos con un promedio de edad de 27.6 ± 6.22 años, El promedio del equivalente esférico preoperatorio fue de $-3.2487 \text{ D} \pm 1.1287$, se realizó cirugía refractiva LASIK optimizado. Se valoró la agudeza visual, sensibilidad al contraste, aberraciones de alto orden totales (RMS_H), coma (RMS 3) y aberración esférica (RMS 4) antes y un mes después de la cirugía. Se aplicó la prueba de Wilcoxon y el análisis de correlación de Pearson.

Resultados. Se presentó una disminución de la sensibilidad al contraste en todas las frecuencias espaciales, siendo estadísticamente significativo ($p < 0.05$) en las frecuencias 6, 12 y 18 cp/g a la semana de la cirugía; la cual se recuperó al mes de la cirugía excepto en la frecuencia de 18 cp/g. Al comparar los cambios entre la coma y la sensibilidad al contraste para cada una de las frecuencias espaciales sólo hubo correlación negativa a 6 cp/g y al hacer la correlación con la aberración esférica se presentó correlación negativa a 3 y 18 cp/g.

Conclusiones. Hay una correlación negativa entre la coma, la aberración esférica y la sensibilidad al contraste en pacientes operados con LASIK optimizado.

Palabras clave: sensibilidad al contraste, aberraciones de alto orden, LASIK optimizado.

Contrast sensitivity and higher-order aberrations, coma-like and spherical-like aberrations by optimized in situ keratomileusis (LASIK)

SUMMARY

Introduction. To investigate the relation between contrast sensitivity and higher-order aberrations, coma-like and spherical-like aberrations by optimized laser *in situ* keratomileusis (LASIK).

Material and methods. Prospective, longitudinal, controlled clinical study. In 38 eyes of 22 consecutive patients undergoing optimized LASIK with mean age 27.6 ± 6.22 years. The preoperative refraction was $-3.2487 \text{ D} \pm 1.1287$.

Visual acuity, contrast sensitivity and higher-order aberrations (RMS_H), coma-like (RMS 3) and spherical-like aberrations (RMS 4) were determined before and one month after surgery. The Wilcoxon signed-rank test and Pearson correlation were applied.

Results. One week after surgery, contrast sensitivity significantly decreased at spatial frequencies from 6 to 18 cyc/deg ($p < 0.05$) and all contrast sensitivity levels returned to pre-LASIK levels one month after surgery, except 18 cyc/deg. There was a negative correlation at 6 cyc/deg between changes in coma-like aberration and contrast sensitivity and at 3, 18 cyc/deg between spherical-like aberration and contrast sensitivity.

Conclusions. There is a negative correlation between coma-like, spherical-like aberrations and contrast sensitivity by LASIK optimized.

Key words: Contrast sensitivity, higher order aberrations, optimized LASIK.

* Residente tercer año del curso y especialización en Oftalmología. Escuela Militar de Graduados de Sanidad. ** Departamento de Oftalmología, Jefe del Servicio de Córnea y Segmento anterior. Hospital Central Militar.

Correspondencia:

Dra. Blanca Renata Molina-Islas.

Escuela Militar de Graduados de Sanidad. Curso y especialización en Oftalmología. Av. Cerrada de Palomas, Esq. Periférico s/n, Lomas de Sotelo, Del. Miguel Hidalgo, C.P. 11200, México, D.F. Correo electrónico: moibdra_73@hotmail.com

Recibido: Marzo 16, 2007.

Aceptado: Mayo 9, 2007.

Introducción

Como parte de la cirugía refractiva, la keratomileusis *in situ* asistida por láser (LASIK) ha ganado amplia popularidad como el procedimiento de elección para corregir errores refractivos mejorando la agudeza visual de Snellen no corregida; sin embargo, estudios previos han demostrado que el LASIK compromete la sensibilidad al contraste después de la cirugía.¹⁻⁵ Una de las razones por las que hay disminución en la sensibilidad al contraste después del LASIK es el incremento de las aberraciones de alto orden inducidas por el procedimiento. Es por ello que el LASIK ha evolucionado, introduciendo así nuevas técnicas de tratamiento como el guiado por frente de onda y el LASIK optimizado.⁶ En este estudio se pretende investigar si existe relación entre la sensibilidad al contraste y las aberraciones de alto orden en el LASIK optimizado.

Métodos

Se incluyeron en el presente estudio 38 ojos de 22 pacientes consecutivos, de los cuales el 59% era del sexo femenino (13 mujeres) y el 41% del sexo masculino (9 hombres), con un promedio de edad de 27.6 ± 6.22 , con un rango de 19 a 40 años de edad, a los que se realizó cirugía refractiva LASIK optimizado, entre el 7 de enero del 2005 al 4 de marzo del 2005. El promedio del equivalente esférico preoperatorio fue de $-3.2487 \text{ D} \pm 1.1287$. Todos los pacientes fueron evaluados en la Consulta Externa de córnea bajo el siguiente programa: Si el paciente usaba lentes de contacto (blandos o duros) se retiraron un mes antes de los estudios preoperatorios. Se tomó su agudeza visual sin corregir (AVSC) y su agudeza visual mejor corregida (AVMC). Se realizó refracción manifiesta y ciclopléjica. Se valoró el segmento anterior y el segmento posterior. Se realizó topografía de elevación con el topógrafo OrbScan II z (Bausch & Lomb) y aberrometría (aberrómetro, Allegretto Wave-Analyzer). Se registraron las aberraciones totales (RMS_H), coma y aberración esférica, antes de la cirugía y al mes de operados. La raíz cuadrada media del tercer (RMS 3) y cuarto orden (RMS 4) de los polinomios de Zernike se usaron para representar las aberraciones de alto orden coma y esférica respectivamente. Se valoró antes y un mes después de la cirugía con una pupila de 6.5 mm.

Se valoró la sensibilidad al contraste con un sistema CSV-1000E de vector Vision, Co., el cual proporciona una fuente de luminancia fluorescente que retroilumina a una carta translúcida y automáticamente calibra a 85 cd/m^2 . Esta autocalibración asegura resultados fiables de un examen a otro. Dicho sistema está formado por cuatro filas de doble círculo, uno con rejilla y otro en blanco, con una frecuencia espacial de 3, 6, 12 y 18 ciclos por grado (cpg), se realiza a 8 pies de distancia que equivale a 2.5 m y es un examen monocular. El contraste va disminuyendo de izquierda a derecha en cada ciclo por grado valorado. Este examen mide la capacidad del paciente para detectar dife-

rencias en luminancia (contraste), entre barras de ondas sinusoidales y su fondo. El nivel de contraste de la última respuesta adecuada se registra como el umbral de contraste en valor logarítmico. Proporciona una curva de sensibilidad al contraste, la cual es muy útil para la valoración de enfermedades oculares y procedimientos quirúrgicos como la cirugía refractiva. Los resultados se expresan en unidades logarítmicas para la realización adecuada del análisis estadístico.⁷⁻⁹ Se valoró antes de la cirugía, al día siguiente, a la semana y al mes de operados.

Se realizó un flap con un diámetro de 8.5-9.5 mm y un grosor de 160 μm , el cual fue creado con una bisagra superior con el microqueratomo Hansatome (Bausch & Lomb Surgical, Claremont, CA).

Se dio el tratamiento con el láser basado en un tratamiento optimizado con el láser: Allegretto. Todas las cirugías se realizaron por el mismo cirujano (MC).

El manejo postoperatorio consistió en la aplicación de tobramicina más dexametasona una gota cada cuatro horas ambos ojos durante 10 días y una gota cada tres horas durante un mes.

Se valoró la agudeza visual postoperatoria al día siguiente, a la semana y al mes de operados.

Se compararon los resultados de la sensibilidad al contraste y de las aberrometrías.

Estadística

Se utilizó como medida de resumen el promedio, como medida de distribución la desviación estándar y como medida de dispersión la kurtosis.

Las siguientes variables: equivalente esférico, sensibilidad al contraste y aberraciones de alto orden no cumplieron con los requisitos para la aplicación de una prueba paramétrica, por lo que se aplicó la prueba de Wilcoxon.

El análisis de correlación de Pearson se utilizó para la comparación de dos variables.

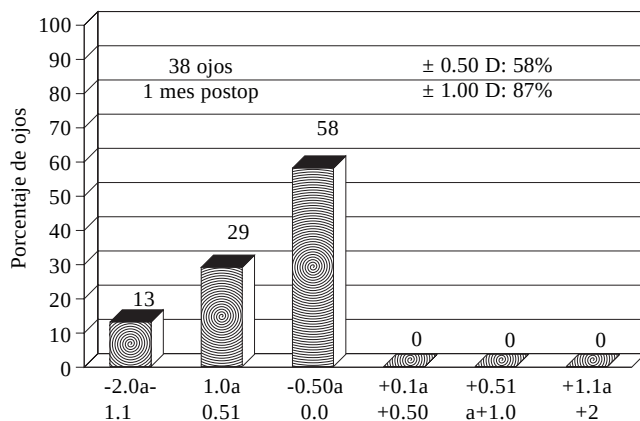
Resultados

El promedio del equivalente esférico preoperatorio fue de $-3.2487 \text{ D} \pm 1.1287$, con una disminución a $0.5568 \text{ D} \pm 0.3710$ en el postoperatorio, 87% de los pacientes lograron un equivalente esférico postoperatorio menor a $\pm 1.0 \text{ D}$. La agudeza visual no corregida en unidades logMAR preoperatorio fue de 1.2011 ± 0.3961 con una disminución postoperatoria a 0.2105 ± 0.1485 , la agudeza visual mejor corregida en unidades logMAR preoperatoria fue de 0.0894 ± 0.0559 con una disminución postoperatoria a 0.0947 ± 0.0612 (Cuadro 1, Figura 1).

El promedio de la sensibilidad al contraste preoperatorio fue de 1.532 ± 0.208 , 1.717 ± 0.214 , 1.353 ± 0.252 y 0.865 ± 0.242 en unidades logarítmicas para las frecuencias A, B, C y D respectivamente. El promedio de la sensibilidad con el contraste a la semana del postoperatorio fue de 1.5 ± 0.191 , 1.615 ± 0.216 , 1.047 ± 0.310 y 0.616 ± 0.272 en unidades

Cuadro 1. Equivalente esférico, agudeza visual no corregida y mejor corregida preoperatorio y a un mes de operados.

	Antes	Después
Equivalente esférico (D)	-3.2487 ± 1.1287	-0.5568 ± 0.3710
LogMAR AVNC	1.2011 ± 0.3961	0.2105 ± 0.1485
LogMAR AVMC	0.0894 ± 0.0559	0.0947 ± 0.0612



Refracción en equivalente esférico postoperatorio

Figura 1. Equivalente esférico logrado a un mes de operados.**Cuadro 2.** Valores de la sensibilidad al contraste por frecuencia espacial en el preoperatorio, una semana y un mes de operados.

Frecuencia espacial	Antes (unidades log)	1 semana operado (unidades log)	1 mes operado (unidades log)
3 CPD	1.532 ± 0.208	1.5 ± 0.191	1.519 ± 0.207
6 CPD	1.717 ± 0.214	1.615 ± 0.216 *	1.687 ± 0.195
12 CPD	1.353 ± 0.252	1.047 ± 0.310 *	1.216 ± 0.269
18 CPD	0.865 ± 0.242	0.616 ± 0.272 *	0.683 ± 0.314 *

* p < 0.05.

Cuadro 3. Valores de las aberraciones totales de alto orden, coma (RMS 3) y aberración esférica (RMS 4) en el preoperatorio y a un mes de operados.

	Antes (μm)	Después (μm)
RMSh	0.1982 ± 0.0485	0.2542 ± 0.0936*
RMS 3	0.1699 ± 0.0477	0.1839 ± 0.1023
RMS 4	0.1078 ± 0.1341	0.1460 ± 0.0803*

* p < 0.05.

logarítmicas para las frecuencias A, B, C y D, respectivamente. El promedio de la sensibilidad al contraste al mes del postoperatorio fue de 1.519 ± 0.207 , 1.687 ± 0.195 , 1.216 ± 0.269 y 0.683 ± 0.314 en unidades logarítmicas para las frecuencias A, B, C y D, respectivamente (*Cuadro 2*).

El promedio de las aberraciones totales en el preoperatorio fue de 0.198 ± 0.048 y en el postoperatorio fue de 0.254 ± 0.093 en micrómetros. El promedio de la coma (RMS 3) en el preoperatorio fue de 0.169 ± 0.047 y en el postoperatorio

fue de 0.183 ± 0.102 μm. El promedio de la aberración esférica (MS 4) en el preoperatorio fue de 0.107 ± 0.134 y el postoperatorio fue de 0.146 ± 0.080 μm (*Cuadro 3*).

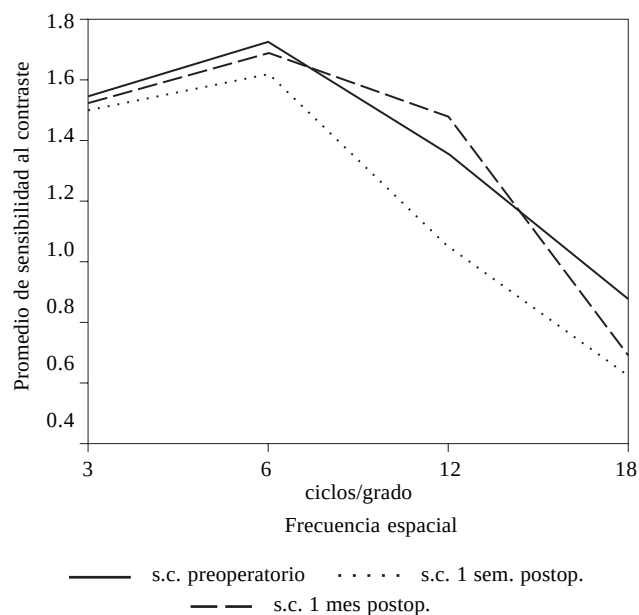
Los cambios en los promedios de sensibilidad con el contraste para cada una de las frecuencias espaciales incluidas en el estudio se muestran en la *figura 2*.

Al comparar los valores preoperatorios de las variables incluidas en el estudio con los valores postoperatorios, se observó que existe diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) mediante la aplicación de la prueba de Wilcoxon en el equivalente esférico, la sensibilidad al contraste a la semana del postoperatorio en las frecuencias 6, 12 y 18 cpd y en la sensibilidad al contraste al mes del postoperatorio en la frecuencia de 18 cpd, en las aberraciones totales y en la aberración esférica con un valor de $p < 0.05$.

No se encontró correlación entre el cambio que se presentó después de la cirugía en equivalente esférico y el cambio en las aberraciones totales de alto orden, así como entre el cambio entre la sensibilidad con el contraste para cada una de las frecuencias espaciales y el cambio en las aberraciones totales de alto orden (*Cuadro 4*).

Al comparar los cambios entre la coma y la sensibilidad al contraste para cada una de las frecuencias espaciales no hubo correlación, excepto para la frecuencia espacial de 6 cpd que presentó una correlación negativa de Pearson (*Cuadro 5*).

Por otro lado, al comparar los cambios entre la aberración esférica y la sensibilidad al contraste para cada una de las frecuencias espaciales no hubo correlación, excepto para las frecuencias espaciales de 3 y 18 cpd que presentaron una correlación negativa de Pearson (*Cuadro 5*).

**Figura 2.** Cambios en los promedios de sensibilidad al contraste para cada una de las frecuencias espaciales incluidas en el estudio.

Cuadro 4. Correlación entre el cambio del equivalente esférico postoperatorio, la sensibilidad al contraste en cada una de las frecuencias espaciales y el cambio en las aberraciones totales de alto orden (HOAS).

Correlación	R ²	P
Equivalente esférico (D) vs. Cambio en las HOAS (μm)	-0.40	0.812
Cambio en la sensibilidad al contraste 3 cpg vs.Cambio en las HOAS (μm)	-0.200	0.229
Cambio en la sensibilidad al contraste 6 cpg vs.Cambio en las HOAS (μm)	-0.283	0.085
Cambio en la sensibilidad al contraste 12 cpg vs.Cambio en las HOAS (μm)	-0.151	0.364
Cambio en la sensibilidad al contraste 18 cpg vs.Cambio en las HOAS (μm)	0.115	0.490

Cuadro 5. Correlación entre el cambio de la coma (RMS 3) y de la aberración esférica (RMS 4) y el cambio en la sensibilidad al contraste en cada una de las frecuencias espaciales.

Correlación	R ²	P
Cambio en la sensibilidad al contraste 3 cpg vs.Cambio en la coma (RMS 3)	-0.155	0.352
Cambio en la sensibilidad al contraste 6 cpg vs.Cambio en la coma (RMS 3)	-0.409	0.011 *
Cambio en la sensibilidad al contraste 12 cpg vs.Cambio en la coma (RMS 3)	-0.107	0.522
Cambio en la sensibilidad al contraste 18 cpg vs.Cambio en la coma (RMS 3)	0.196	0.238
Cambio en la sensibilidad al contraste 3 cpg vs.Cambio en la aberración esférica (RMS 4)	- 0.467	0.003 *
Cambio en la sensibilidad al contraste 6 cpg vs.Cambio en la aberración esférica (RMS 4)	0.315	0.054
Cambio en la sensibilidad al contraste 12 cpg vs.Cambio en la aberración esférica (RMS 4)	- 0.282	0.086
Cambio en la sensibilidad al contraste 18 cpg vs.Cambio en la aberración esférica (RMS 4)	- 0.344	0.034 *

*P< 0.05.

Discusión

Como se muestra en los resultados, el LASIK optimizado no presenta ningún cambio en la AVMC; en relación con esto existen varios reportes que presentan resultados diferentes, ya que hay quien reporta mejoría en la AVMC después del LASIK convencional, atribuyéndolo a que la imagen de la retina aumenta de tamaño después de la cirugía de miopía por el desuso de los lentes.¹ Sin embargo, hay estudios donde, como en el presente, no muestran cambios en la AVMC; y otros donde, incluso, hay reducción de la misma.¹⁰⁻¹²

La sensibilidad al contraste después de la cirugía en este estudio se deterioró al igual que en la mayoría de los estudios reportados. Robert Montés-Micó¹³ mostró que la sensibilidad al contraste disminuyó de manera significativa en todas las frecuencias espaciales, a un mes de la cirugía con LASIK convencional, y de manera más severa en las frecuencias espaciales: 6, 12 y 18 cpg, las cuales se consideran frecuencias espaciales altas, y que la sensibilidad al contraste se recuperó gradualmente a través del tiempo haciéndose estable a los seis meses de operados sin haber diferencia significativa en cada una de las frecuencias espaciales. En nuestro estudio las frecuencias espaciales que se afectaron significativamente una semana después de la cirugía fueron 6, 12 y 18 cpg al igual que Robert-Montés-Mico pero a diferencia de este, a un mes de la cirugía se alcanzaron los valores preoperatorios en la mayoría de las frecuencias espaciales, excepto a 18 cpg.

Mutyal S.¹⁴ reportó que la sensibilidad al contraste a 12 cpg disminuye de manera significativa a la semana, al mes y a los tres meses de la cirugía con LASIK convencional y la

frecuencia espacial 18 cpg disminuye solamente a la semana de la cirugía en pacientes con miopía alta y moderada. Por lo que concluyó que la frecuencia espacial 12 cpg fue la frecuencia más sensible para detectar la reducción en la sensibilidad al contraste después del LASIK. Esta frecuencia fue la más comúnmente afectada y la más deprimida cuando los datos se evaluaron de manera global o como en grupos de baja y alta miopía. A comparación, nuestros resultados mostraron que la frecuencia espacial 12 cpg sólo se afectó a la semana de la cirugía, logrando recuperar casi sus niveles preoperatorios al mes de la misma y la frecuencia espacial 18 cpg permaneció disminuida significativamente al mes de la cirugía. Sin embargo, a semejanza de Mutyal S., en nuestro estudio también se afectaron frecuencias espaciales altas a corto plazo.

Jay WW Chan y cols.² encontraron una depresión general de la sensibilidad al contraste después del LASIK que gradualmente regresó a niveles preLASIK en un año. El tratamiento afectó el umbral de frecuencias espaciales de 1.5 y 3.4 cpg de manera significativa (regiones relativamente de bajo contraste) mientras que el efecto sobre el umbral de altas y medias frecuencias espaciales fue menos obvio. Resultados que no coinciden con los de este estudio; ya que primero, de manera general la sensibilidad al contraste se recuperó al mes de la cirugía y segundo, las frecuencias espaciales bajas fueron las menos afectadas.

Pérez-Santoja y cols.¹⁵ encontraron una disminución en la sensibilidad al contraste en las frecuencias espaciales de 3 y 6 cpg a un mes postoperatorio, lográndose recuperar en tres meses. Seis meses después de la cirugía, la sensibilidad al contraste incrementó en las frecuencias espaciales de 3,12 y 18cpg. A diferencia, en nuestro estudio la sensibilidad al

contraste logró su recuperación a niveles preoperatorios al mes de la cirugía.

La sensibilidad al contraste en el presente estudio se valoró en cuatro frecuencias espaciales 3, 6, 12 y 18 cpq, de manera similar a lo reportado en la literatura, por lo que se encontró una reducción significativa a 6, 12 y 18 cpq a la semana de la cirugía y de 18 cpq al mes de la cirugía. Las frecuencias espaciales medias y altas fueron las más afectadas y persistió la reducción significativa a 18 cpq a un mes de la cirugía, es decir, que las frecuencias espaciales altas fueron las más afectadas. Lo que coincide con los resultados de los artículos reportados por Robert Montés-Micó y Mutyala S. Además de que los valores de las demás frecuencias espaciales lograron casi sus niveles preLASIK a un mes de la cirugía.

Tetsuro Oshika y cols.¹⁶ valoraron las aberraciones de alto orden en LASIK convencional y encontraron aumento significativo en la aberración esférica y en la coma al mes de la cirugía en una pupila de 6 mm. En el presente estudio se encontró un aumento significativo en el total de las aberraciones de alto orden y en la aberración esférica y no así en la coma.

Anun Vongthongsri¹⁷ comparó las aberraciones totales de alto orden entre un grupo de LASIK convencional y otro de frente de onda, no encontrando diferencia significativa entre ambos grupos al mes de la cirugía.

Para Nayori Yamane y cols.,¹ las aberraciones totales de alto orden se incrementan de manera significativa después del LASIK convencional, que se correlaciona de manera significativa con la cantidad de corrección de miopía, lo que indica que a mayor cantidad de tejido central de la córnea eliminado por el láser ocasiona una mayor pérdida de la forma fisiológica de la córnea. En este estudio no se encontró correlación entre la cantidad de equivalente esférico corregido y el cambio en las aberraciones de alto orden, lo que se pudiera explicar por el perfil del tratamiento del LASIK optimizado que se basa en mantener la forma fisiológica de la córnea.

Igor Kaiserman, MD y cols.³ demostraron que la sensibilidad al contraste mejoró significativamente después de un mes de la cirugía refractiva LASIK guiado con frente de onda o ablación personalizada al compararla con LASIK convencional. Por lo que el autor concluyó que el LASIK guiado por frente de onda, el cual disminuye las aberraciones de alto orden, tuvo un efecto favorable sobre la sensibilidad al contraste.¹⁸ En este estudio no se presentó una disminución en las aberraciones de alto orden, sino más bien un aumento significativo, pero que al comparar nuestros resultados con un estudio que se realizó en pacientes operados con LASIK guiado con frente de onda, los valores de las aberraciones totales a un mes de la cirugía se encontraron muy por arriba de los observados en nuestro estudio, por lo que se puede deducir que hubo una disminución en el incremento de las aberraciones de alto orden.¹⁸ Además se presentó una correlación negativa entre la coma y la sensibilidad al contraste a 6 cpq y entre la aberración esférica y la sensibilidad al contraste a 3 y 18 cpq, lo que se pudiera explicar por el per-

fil del tratamiento del LASIK optimizado cuyo objetivo es mantener la forma fisiológica de la córnea. Por lo que sería importante llevar el seguimiento a largo plazo de este tipo de estudio para determinar si esa correlación negativa se mantiene, si se presenta en alguna otra frecuencia espacial y así poder establecer que sí existe correlación entre la mejoría en la sensibilidad al contraste y la modificación de la aberración esférica y la coma de manera uniforme.

Una de las principales limitaciones de este estudio es el tiempo de seguimiento ya que sería interesante observar el comportamiento de la sensibilidad al contraste a largo plazo para determinar primero la estabilidad de la misma y segundo para saber si hay aumento en algunas frecuencias espaciales en particular.

Referencias

1. Yamane N, et al. Ocular higher-order aberrations and contrast sensitivity after conventional laser in situ keratomileusis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004; 45(11): 3986-90.
2. Chan J WW y cols. Contrast sensitivity after laser in situ keratomileusis. One year follow up. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28: 1774-9.
3. Kaiserman I y cols. Contrast sensitivity after wave front-guided LASIK. *Ophthalmology* 2004; 111(3): 454-7.
4. Nijits RMMA, Nabar VA, Hament WJ, Eggink FAGJ. Wavefront-guided versus standard laser in situ keratomileusis to correct low to moderate myopia. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28: 1907-13.
5. Aizawa D, et al. Clinical outcomes of wavefront-guided laser in situ keratomileusis; 6-month follow up. *J Cataract Refract Surg* 2003; 29: 1507-13.
6. American Society of Cataract and Refractive Surgery. American Society of Ophthalmic and Administrators. LASIK terms "Wavefront guided" and Wavefront optimized Cause Confusion. Eye Surgery Education Council Issues Clarification. December 20, 2004.
7. http://www.vectorvision.com/contrast_sensitivity_tests (referencia de internet).
8. <http://www.ofalmo.com/seo/2000/08ago00/09.htm>. Cardona AC, et al. Sensibilidad al contraste tras queratomileusis in situ con láser para miopía (LASIK-M).
9. Quesnel NM, et al. Laser in situ keratomileusis for myopia and the contrast sensitivity function. *J Cataract Refract Surg* 2004; 30: 1209-18.
10. MacRae SM. Supervisión, hypervision and customized corneal ablation. *J Cataract Refract Surg* 2000; 26(2): 154-7.
11. Pérez-Santoja JJ, Bellot J, Claramonte P, et al. Laser in situ keratomileusis to correct high myopia. *J Cataract Refract Surg* 1997; 23: 372-85.
12. Sharma N, Pangtey MS, Vagpayee RB, et al. Surgically induced astigmatism after laser in situ keratomileusis for spherical myopia. *J Refract Surg* 2002; 18: 239-44.
13. Montés-Micó R, Charlan WN. Choice of Spatial Frequency for Contrast Sensitivity Evaluation After Corneal Refractive Surgery. *J Refract Surg* 2001; 17: 646-51.
14. Mutyala S, MacDonald MB, Scheinblum KA y cols. Contrast sensitivity evaluation after laser in situ keratomileusis. *Ophthalmology* 2000; 107(10): 1864-67.
15. Pérez-Santoja JJ, Sakla HF, Alió JL. Contrast sensitivity after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 1998; 24: 183-9.
16. American Society of Cataract and Refractive Surgery. American Society of Ophthalmic and Administrators. LASIK terms "Wavefront guided" and wavefront optimized cause confusion. Eye Surgery Education Council Issues Clarification 2004; 20.
17. Vongthongsri A, Phusitphoykai N, Naripthapan P. Comparison of wavefront-guided customized ablation vs. conventional ablation in laser in situ keratomileusis. *J Refract Surg* 2002; 18(Suppl.): S332-35.
18. Kohnen T, Bühren J, Kühne Ch, Mirshahi A. Wavefront-guided LASIK with the Zyoptix 3.1 System for the correction of myopia and compound myopic astigmatism with 1-year follow-up. *Ophthalmology* 2004; 111(12): 2175-85.