

Contrast Sensitivity Function in Myopic and Hyperopic Patients

Descripción de la Función de Sensibilidad al Contraste en Pacientes Miopes e Hipermétropes

¹Oscar E. Piñeros Sánchez MD

²Omar F. Salamanca Libreros MD

³César Amaya MD

Recibido: 29/07/2014

Aceptado: 22/09/2014

Resumen

Objetivo: Describir la Función de Sensibilidad al Contraste (FSC) en pacientes con miopía, astigmatismo miópico, hipermetropía y astigmatismo hipermetrópico.

Diseño del estudio: Serie de casos, descriptivo.

Métodos: Se incluyeron sujetos con miopía, astigmatismo miópico, hipermetropía y astigmatismo hipermetrópico, candidatos para cirugía refractiva y evaluados en la Unidad de

¹Oftalmólogo, Supra-especialista en Córnea, Director Programa de Especialización en Oftalmología, Universidad del Valle, Jefe Sección de Oftalmología,

Hospital Universitario del Valle, Cali, Colombia
²Oftalmólogo, Supra-especialista en Glaucoma, Hospital Central de la Policía, Bogotá, Colombia

³Oftalmólogo, Servicio de Urgencias, Sección de Oftalmología, Hospital Universitario del Valle, Cali, Colombia

Autor responsable

Oscar E. Piñeros Sánchez, Clínica de Oftalmología de Cali, Carrera 47 No 8C-94, Cali, Colombia. Teléfonos: (572) 552 0887, (57) 317 643 8125, Correo electrónico: oftalmounivalle@gmail.com

Este estudio fue presentado en el 34 Congreso Nacional de Oftalmología, Agosto 11-14 de 2010, Bogotá, Colombia

Los autores no tienen interés comercial en ninguno de los instrumentos y procedimientos presentados en este artículo.

Cirugía Refractiva de la Clínica de Oftalmología de Cali, con agudeza visual mejor corregida (AVMC) $\geq 20/20$, menores de 50 años de edad y sin antecedente de cirugía refractiva. La función sensibilidad al contraste se midió con el sistema OPTEC® 6500 (Stereo Optical Co, Inc., Chicago, USA) en frecuencias espaciales de 1.5, 3.0, 6.0, 12 y 18 ciclos/grado en condiciones fotópicas (85 cd/m²) y mesópicas (3 cd/m²). Se aplicaron las prueba no paramétrica de Wilcoxon y de Mann-Whitney para comparar diferencias entre la FSC entre los grupos de miopía/astigmatismo miópico e hipermetropía/astigmatismo hipermetrópico en las diferentes frecuencias espaciales.

Resultados: Se incluyeron 188 ojos de 95 sujetos con miopía y astigmatismo miópico (promedio de edad = $30,6 \pm 7,6$ años, 51% hombres) y 121 ojos de 64 sujetos con hipermetropía y astigmatismo hipermetrópico (promedio de edad = $43 \pm 6,1$ años, 62 % mujeres). La sensibilidad al contraste en los pacientes de ambos grupos fue mayor significativamente en condiciones fotópicas que en condiciones mesópicas, excepto en la frecuencia espacial de 3 ciclos/grado del grupo de miopía/astigmatismo miópico. Se encontró diferencia estadísticamente significativa del valor de la FSC entre los grupos de miopía/astigmatismo miópico e hipermetropía/astigmatismo hipermetrópico en condiciones fotópicas en casi todas las frecuencias espaciales, excepto en 3 ciclos/grado y en condiciones mesópicas en las frecuencias espaciales de 1.5, 3 y 6 ciclos/grado.

Conclusiones: Los valores de FSC son mayores en el grupo de pacientes con miopía y astigmatismo miópico que en los del grupo de

hipermetropía y astigmatismo hipermetrópico. Estos valores podrían usarse como referencia en estos grupos de pacientes en nuestra población.

Palabras Clave: Función de Sensibilidad al Contraste, Miopía, Hipermetropía, Astigmatismo.

Abstract

Purpose: To describe the contrast sensitivity function (CSF) in patients with myopia, hyperopia and astigmatism.

Study design: Descriptive case series study.

Methods: Subjects with myopia/myopic astigmatism and with hyperopia/hyperopic astigmatism looking for refractive surgery, and evaluated at the Unit of Refractive Surgery in the Clínica de Oftalmología de Cali were included. Their Best Spectacle Corrected Visual Acuity (BSCVA) was $\geq 20/20$, age less than 50 years and no previous refractive surgery. The CSF was measured using the OPTEC® 6500 (Stereo Optical Co, Inc, Chicago, USA) system for spatial frequencies 1.5, 3.0, 6.0, 12 and 18 cycles/degree in photopic (85 cd/m²) and mesopic (3 cd/m²) conditions. Statistical analysis was done using the Wilcoxon and Mann-Whitney tests for non-parametric samples, comparing the myopia/myopic astigmatism and the hyperopia /hyperopic astigmatism groups.

Results: 188 eyes of 95 subjects with myopia/myopic astigmatism (age = $30,6 \pm 7.6$ years, 51% men) and 121 eyes of 64 subjects with hyperopia/hyperopic astigmatism (age =

43± 6.1 years, 62% women) were analyzed. The CSF was higher in both groups in photopic conditions except in 3 cycles per degree in myopia/myopic astigmatism group. Significant differences in the CSF were found between the two groups in photopic conditions excluding the 3 cycles per degree. In mesopic conditions differences were found for the spatial frequencies 1.5, 3 and 6 cycles per degree.

Conclusions: The patients of the myopia/myopic astigmatism group had a contrast sensitivity function higher than those of hyperopia/hyperopic astigmatism group. These values could be used as reference for these patients in our population.

Key Words: Contrast Sensitivity Function, Myopia, Hyperopia, Astigmatism.

Introducción

La sensibilidad al contraste (SC) se define como la habilidad para detectar la presencia de diferencias mínimas de luminosidad entre objetos o áreas.⁽¹⁾

La medición de la sensibilidad al contraste es un test subjetivo que mide el desempeño óptico y neural del sistema visual humano.⁽²⁾

La medición de la calidad óptica de la imagen en el plano de la retina, como es el caso de la SC, es uno de los dos estándares para medir la calidad óptica del ojo; la otra aproximación es la medición de las aberraciones en el plano pupilar.⁽³⁾

El uso clínico de la SC está documentado en diversas patologías oculares, que comprenden problemas refractivos (miopía, hipermetropía, astigmatismo), enfermedades corneales,

presencia de lentes intraoculares, procesos de envejecimiento ocular (glaucoma, degeneración macular relacionada a la edad), uso de lentes de contacto y ojo seco.⁽⁴⁾

La SC evalúa subjetivamente la función visual a través de la percepción de frecuencias espaciales (tamaño) y contraste.

Todo estímulo visual puede descomponerse en patrones sinusoidales que corresponden a frecuencias espaciales medidas en ciclos por grado. A mayor resolución espacial (p ej.: 30 ciclos/grado) hay mejor visión medida por la tabla de Snellen (20/20).⁽⁵⁾ La Función de Sensibilidad al Contraste (FSC) es la representación de la evaluación de la SC en diferentes frecuencias espaciales y con diferentes grados de contraste. Debido a que la AV medida con la tabla de Snellen sólo mide el tamaño del estímulo con un contraste fijo y que la FSC considera no sólo el cambio del tamaño sino también el del contraste, ésta es un mejor método para medir la agudeza visual subjetiva y se aproxima a la visión real de las personas en situaciones de la vida diaria.

Para medir la FSC existen varios métodos, entre los cuales se encuentran el *Functional Acuity Contrast Test (FACT)*, el *Vision Contrast Test System (VCTS)*, las Placas de Arden y las tablas de Pelli-Robson, siendo considerado el *FACT* el mejor de la serie.⁽⁶⁾

La FSC ha sido estudiada ampliamente para procedimientos refractivos tales como, queratotomía radial, queratectomía fotorefractiva, y LASIK, en la cual se demuestra el compromiso de la FSC, asociado con las aberraciones de alto orden^(7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14). Sin embargo, poco se ha publicado con relación a los pacientes con ojos normales o con defectos refractivos (miopía, hipermetropía y astigmatismo regular) sin otra patología ocular⁽¹⁵⁾.

Vision

Carmelub[®] Tearsgel

Carboximetilcelulosa Sódica al 1%

Carmelub[®] Tears

Carboximetilcelulosa Sódica al 0,5%



Tecoquímicas

Existen escasos estudios que muestren valores de normalidad en sujetos sanos o con defectos refractivos moderados, que pueden usarse como valores de referencia, tanto en el área clínica como en estudios de investigación^(16,17). En Colombia, no existen datos normativos publicados de FSC para pacientes normales o con defectos refractivos.

El objetivo de este estudio es describir la función de sensibilidad al contraste en pacientes con defectos refractivos y proponer valores de referencia de la FSC para este grupo de pacientes.

Métodos

Se incluyeron sujetos con miopía/astigmatismo miópico y con hipermetropía/astigmatismo hipermetrópico, reclutados en la Unidad de Cirugía Refractiva de la Clínica de Oftalmología de Cali. Estos sujetos fueron revisados y se incluyeron si presentaban agudeza visual mejor corregida (AVMC) $\geq 20/20$ medida con tabla de Snellen a una distancia de 6m, y en condiciones de iluminación normal (270 lux) y tuviesen menos de 50 años de edad. La medición del defecto refractivo se realizó con refracción subjetiva con retinoscopía. Se excluyeron pacientes con AVMC $< 20/20$, mayores de 50 años, que pudiesen tener una condición médica conocida que afectase la FSC como catarata, síndrome de ojo seco, glaucoma o patologías retinales. Se obtuvo el consentimiento informado de todos los pacientes.

El sistema OPTEC® 6500: Para medir la sensibilidad al contraste se utilizó el sistema OPTEC® 6500 (Stereo Optical Co, Inc., Chicago, USA) el cual está basado en el método

FACT (Functional Acuity Contrast Test) y utiliza un instrumento con un visor a través del cual al paciente se le presentan imágenes de patrones sinusoidales lineares (gratings) con disminución progresiva del tamaño de 1.5, 3, 6, 12 y 18 ciclos por grado y con reducción progresiva del contraste desde el 30% hasta el 0.4% en 9 niveles.

El tamaño de cada imagen es de 1.7 grados, la cual es mas grande que el tamaño de la mácula (1 a 1.5 grados). Los patrones sinusoidales están orientados -15° (oblicuo izquierda), 0° (vertical) y $+15^\circ$ (oblicuo derecha).

El examen se llevó a cabo en forma monocular alterna (primero ojo derecho) usando la corrección con la cual el paciente lograba la AVMC. El paciente ubica la cara en el visor y se comienza mostrándole al paciente la imagen con la frecuencia espacial más baja (1.5 ciclos por grado, el patrón mas grande) y con el contraste mas alto (30%); el paciente reporta la orientación hacia la izquierda, arriba o la derecha; el contraste se va disminuyendo progresivamente; la última respuesta buena para cada frecuencia espacial se registra como el umbral de contraste para esa frecuencia; luego se pasa a la siguiente frecuencia espacial y se repite la secuencia hasta llegar a la frecuencia espacial mas alta (18 ciclos por grado, el patrón mas pequeño).

Esta prueba se realiza en condiciones fotópicas (85 cd/m^2) y condiciones mesópicas (3 cd/m^2).

Análisis estadístico: Los datos fueron procesados en una hoja de cálculo. Se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar si existía distribución normal de los datos. Dada la distribución no normal de los datos, se aplicaron las pruebas no paramétricas de Wilcoxon y U de Mann-Whitney para comparar

diferencias de la Sensibilidad al Contraste entre el grupo de astigmatismo miópico y miopía y el grupo de astigmatismo hipermetrópico e hipermetropía en las diferentes frecuencias espaciales. Se consideró estadísticamente significativa diferencias menores a 0.05. Se utilizó el paquete estadístico SPSS para Windows (SPSS Inc., Chicago, USA).

Resultados

Se incluyeron 188 ojos de 95 sujetos con miopía y astigmatismo miópico (promedio de edad = $30,6 \pm 7,6$ años, 49% hombres) y 121 ojos de 64 sujetos con hipermetropía y astigmatismo hipermetrópico (promedio de edad = $43 \pm 6,1$ años, 62 % mujeres). El grupo de miopía y astigmatismo miópico tuvo un promedio de valor esférico de -2.47 ± 1.42 D (Rango = 0 a -8.50 D) y cilindro -0.86 ± 1.14 D (Rango = 0 a -6.50 D). El grupo de hipermetropía y astigmatismo hipermetrópico tuvo un promedio de valor esférico de $+2.26 \pm 1.45$ D (Rango = 0 a $+6.75$ D) y cilindro -0.44 ± 0.54 D (Rango = 0 a -2.75 D).

La sensibilidad al contraste en los pacientes de ambos grupos fue mayor significativamente en condiciones fotópicas que en condiciones mesópicas, excepto en la frecuencia espacial de 3 ciclos/grado del grupo de miopía y astigmatismo miópico ($p=0.404$). Los valores de SC son mejores en las frecuencias espaciales de 3 y 6 ciclos/grados, los resultados generales con su respectivo nivel de significancia se presentan totalmente en los gráficos (Figuras 1 y 2).

Existe diferencia significativa entre el valor de la FSC entre los grupos de miopía y astigmatismo miópico y el grupo de hipermetropía y astigmatismo hipermetrópico,

en condiciones fotópicas para casi todas las frecuencias espaciales, excepto para 3 ciclos/grado y en condiciones mesópicas para las frecuencias espaciales 1.5, 3 y 6 ciclos/grado (Figuras 1 y 2.)

Discusión

En este estudio se encontró máxima FSC en 6 ciclos por grado, para ambos grupos, con una disminución hacia frecuencias espaciales menores y mayores, con reducción más alta hacia estas últimas; en condiciones mesópicas la FSC es menor que en condiciones fotópicas. Estos hallazgos son similares a lo reportado previamente^(16,17)

Se encontró SC más alta en el grupo de miopía y astigmatismo miópico que en el grupo de hipermetropía y astigmatismo hipermetrópico, tanto en condiciones fotópicas como mesópicas; los estudios previos muestran que las aberraciones oculares de alto orden, coma y esférica son más altas en ojos hipermetropes que en ojos miopes^(18,19), y que los ojos miopes no tienen cantidades diferentes de aberraciones de alto orden comparados con ojos emétopes⁽²⁰⁾; por otro lado se sabe que las aberraciones oculares de alto orden afectan la SC⁽³⁾; lo anterior podría explicar la mejor SC en el grupo de miopía y astigmatismo miópico comparada con el grupo de hipermetropía y astigmatismo hipermetrópico. En condiciones mesópicas la FSC es menor que en condiciones fotópicas⁽²¹⁾. Esta información es importante como referente de normalidad en nuestros pacientes, especialmente si se les va a realizar algún procedimiento de tipo refractivo, pues nos va a permitir evaluar con un mejor criterio, la calidad visual obtenida después del procedimiento. Un estudio poblacional

reciente informó de los valores de sensibilidad del contraste que pueden ser usados como guía o referencia; se encontró que la sensibilidad al contraste disminuye con la edad, la miopía y el astigmatismo alto y se recomienda tener en cuenta la alta variabilidad de los resultados⁽²²⁾.

De acuerdo a nuestro conocimiento, no estamos enterados de la existencia de estos valores para la población colombiana. En Colombia está reportado el uso del instrumento para sensibilidad de contraste CSV 1000, pero no reporta los valores encontrados y menciona la pobre reproducibilidad de la prueba en un grupo de 37 pacientes⁽²³⁾.

Las limitaciones del presente estudio están relacionadas con el tipo de muestra pues no es un muestreo aleatorio, representativo de la población, sino muestreo por conveniencia.

Esto no permite normalizar los valores para la población con relación a la FSC, pero pueden servir como patrón de referencia. Dado que los datos no tienen una distribución normal, el uso de pruebas no paramétricas puede llevar a conclusiones espurias, delimitando diferencias en donde no las hay, por lo que hay tener precaución al interpretar los datos.

Conclusiones

Los valores de FSC son mayores en el grupo de pacientes con miopía y astigmatismo miópico que en los del grupo de hipermetropía y astigmatismo hipermetrópico. Estos valores podrían usarse como referencia en estos grupos de pacientes en nuestra población.

Figuras

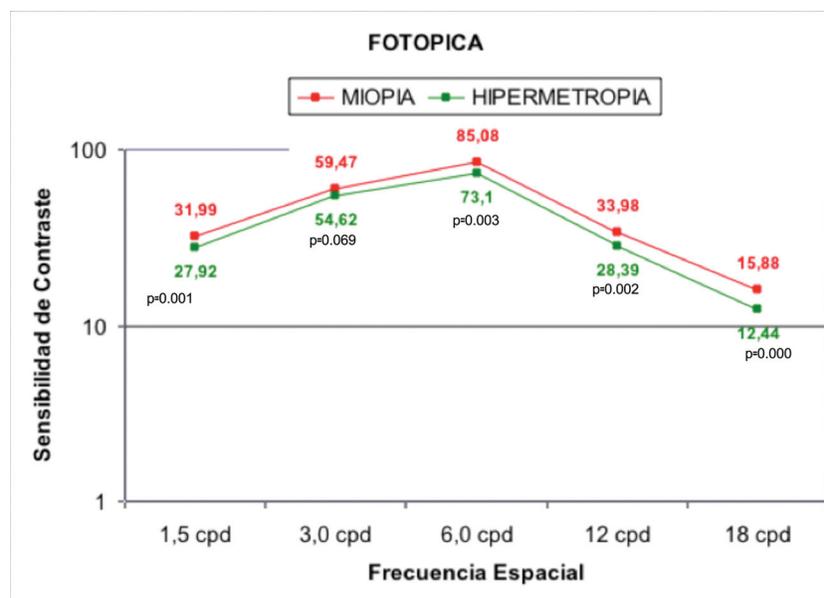


Figura 1. Sensibilidad al contraste en pacientes miopes e hipermétropes en condiciones fotópicas.

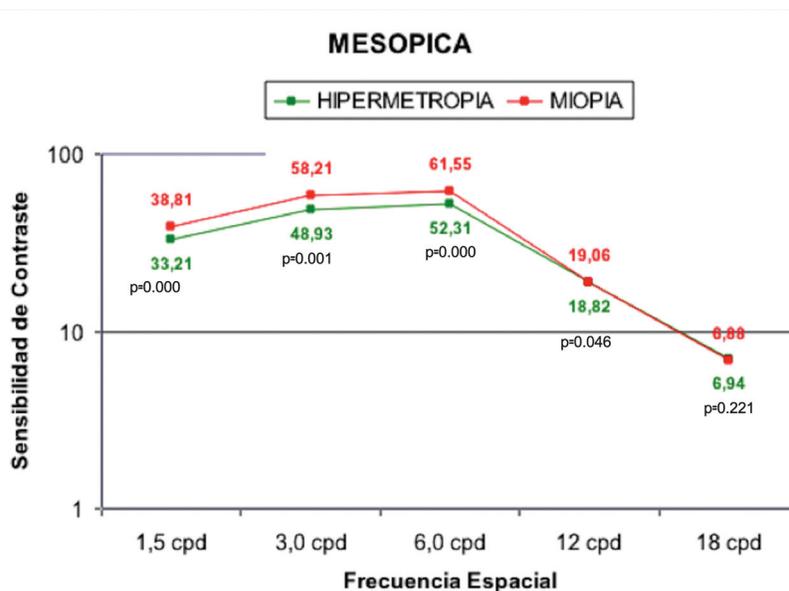


Figura 2. Sensibilidad al contraste en pacientes miopes e hipermétropes en condiciones mesópicas.

Bibliografía

- Nadler MP, Miller D, Nadler DJ. Terms and concepts. En: Nadler MP, Miller D, Nadler DJ, editores. Glare and contrast sensitivity for clinicians. First edition. New York: Springer Verlag; 1990. p. xvii.
- Packer M, Fine H, Hoffman R. Contrast sensitivity and measuring cataract outcomes. *Ophthalmol Clin N Am.* 2006; 19:521-533
- Cheng X, Thibos LN, Bradley A. Estimating visual quality from wavefront aberration measurements. *Journal of refractive surgery.* 2003; 19:S579-S584
- Rosas A. Una aproximación a la tecnología de frente de onda. *Revista Sociedad Colombiana de Oftalmología.* 2005; 38:82-93
- Amesbury E, Schallhorn S. Contrast sensitivity and limits of vision. *Int Ophthalmol Clin.* 2003 Spring; 43:31-32
- Rosas A, Mantilla MC, Ruiz LA. Snellen contra sensibilidad al contraste. <http://www.franjapublicaciones.com/focular/fo27/default.htm>. Consultado Dic 10 de 2009
- Ghaith AA, Daniel J, Stulting RD et al. Contrast sensitivity and glare disability after radial keratotomy and PRK. *Arch Ophthalmol.* 1998; 116:12-18
- Tanabe T, Miyata K, Samejima T et al. Influence of wavefront aberration and corneal subepithelial haze on low-contrast visual acuity after photorefractive keratectomy. *Am J Ophthalmol* 2004; 138:620-624
- Mutyala S, McDonald MB, Scheinblum KA et al. Contrast sensitivity evaluation after laser in situ keratomileusis. *Ophthalmology* 2000; 107:1864-1867
- Chan JW, Edwards MH, Woo GC, Woo VC. Contrast sensitivity after laser in situ keratomileusis, one-year follow-up. *J Cataract Refract Surg.* 2002; 28:1774-1779
- Wang Z, Chen J, Yang B. Comparison of laser in situ keratomileusis and photorefractive keratectomy to correct myopia from -1.25 to -6.00 diopters. *J Refract Surg.* 1997; 13:528-534
- Pop M, Payette Y. Correlation of wavefront data and corneal asphericity with contrast sensitivity after laser in situ keratomileusis for myopia. *J Refract Surg.* 2004; 20(suppl):S678-684
- Quesnel NM, Lovasik JV, Ferremi C, et al. Laser

- in situ keratomileusis for myopia and the contrast sensitivity function. *J Cataract Refract Surg.* 2004; 30:1209-2118
14. Yamane N, Miyata K, Samejima T et al. Ocular higher order aberrations and contrast sensitivity after conventional laser in situ keratomileusis. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2004; 45:3986-3990
 15. Oshika T, Okamoto C, Samejima T. Contrast sensitivity function and ocular Higher Order Aberrations in normal human eyes. *Ophthalmology.* 2006; 113:1807-1812
 16. Hohberger B, Laemmer R, Adler W et al. Measuring contrast sensitivity in normal subjects with OPTEC 6500. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2007; 245:1805-1814
 17. Mäntyjärvi M, Laitinen T. Normal values for the Pelli-Robson contrast sensitivity test. *J Cataract Refract Surg.* 2001; 27:261-266
 18. Siqueira O, Temporini ER, Leite CE, Moreira H. Aberrações de alta ordem: associação com a idade e erros de refração. *Arq Bras Oftalmol.* 2007;70:290-297
 19. Llorente L, Barbero S, Cano D et al. Myopic versus hyperopic eyes: axial length, corneal shape and optical aberrations. *Journal of Vision.* 2004; 4: 288-298
 20. Cheng X, Bradley A, Hong X, Thibos L. Relationship between refractive error and monochromatic aberrations of the eye. *Optometry Vision Sci.* 2003; 80:43-49
 21. Haughom B, Strand TE. Sine wave mesopic contrast sensitivity. Defining the normal range in a young population. *Acta Ophthalmol.* 2013; 91:176-182
 22. Hashemi H, Khabazkhoob M, Jafarzadehpur E. Contrast sensitivity evaluation in a population-based study in Shahroud, Iran. *Ophthalmology.* 2012; 119:541-546
 23. León A, Gómez LM, Cataño J. Reproducibilidad del test de sensibilidad al contraste CSV 1000 en sujetos jóvenes. *Andina Visual.* 2010; 5:8-14