



Universidad Nacional Autónoma de México

División de Estudios de Posgrado

Asociación para Evitar la Ceguera en México I.A.P. Hospital "Dr. Luis Sánchez Bulnes"

Correlación de aberraciones de alto orden en la cara anterior de la córnea y el grado de queratocono medidas con cámara de Scheimpflug

Tesis de postgrado para obtener título de especialista en Medicina

(Oftalmología)

Presenta

Dra. Sarai Delgado Pelayo

Asesor

Dr. Everardo Hernández Quintela
Adscrito del Servicio de Córnea

Dr. Daniel Ochoa Contreras Jefe de Enseñanza

México D.F. Noviembre 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice

Introducción.....	3
Material y métodos.....	4
Resultados.....	5
Discusión.....	8
Conclusión	8
Referencias	9

Introducción

El queratocono es una ectasia corneal no inflamatoria y bilateral que lleva a protrusión, distorsión y cicatrización de la córnea. ⁽¹⁾ Sus signos clínicos están bien definidos, pero las formas tempranas de la enfermedad pueden pasar desapercibidas a menos de que se realice el estudio topográfico. ⁽²⁾

Es un padecimiento poco frecuente; su incidencia anual se estima en aproximadamente 1 por 2,000 habitantes. Ocurre en todos los grupos étnicos y no tiene predominio por sexo. En una evaluación de topografía corneal de familiares en primer grado de los pacientes con queratocono, se encontró una incidencia de la enfermedad del 11%, comparado al 0.05% de la población general. ^(3,4)

La causa sigue siendo todavía desconocida aunque se han propuesto algunas hipótesis. La mayoría de las veces es una condición aislada. ⁽⁵⁾ En algunos estudios se ha identificado factores hereditarios como factores de riesgo en queratocono. ⁽⁶⁾

También se ha asociado con varios síndromes como Marfan y Down; entre un 0.5-15% como posible resultado de frotarse los ojos, debido a la elevada tasa de blefaritis en esta población, otras condiciones, como atopia, uso de lentes de contacto, trauma ocular, desórdenes del tejido conectivo y prolapso de la válvula mitral también se han visto involucradas. ⁽⁷⁾ Los niveles de citoquinas proinflamatorias se encuentran elevados en la lágrima del queratocono, lo que sugiere el desarrollo de eventos inflamatorios crónicos en la patogénesis de la enfermedad. ⁽⁸⁾

En estudios recientes se ha evaluado al sensor de frente de onda tipo Hartmann-Shack demostrando su precisión para la obtención del valor de la refracción y de las aberraciones oculares, sin alterar el estado de acomodación. ⁽⁹⁾

La coma vertical es la aberración de alto orden dominante en ojos con queratocono, y la aberración esférica es un parámetro significativo para distinguir los diferentes grados de queratocono. ⁽¹⁰⁾

Actualmente se sabe que las aberraciones en la cara anterior de la córnea representan una mayor implicación en los pacientes con queratocono. ⁽¹¹⁾

En los pacientes que tienen queratocono, la superficie corneal anterior es la fuente más importante de errores ópticos. Está descrito que en pacientes con diagnóstico de queratocono existe mayor presencia de aberraciones de coma vertical y mayores valores de raíz cuadrada media (RMS). ⁽¹²⁻¹⁴⁾

La aberrometría utiliza sensores de frente de onda, que son utilizados para medir el estado refractivo total incluyendo los astigmatismos irregulares de un sistema óptico. En la óptica física, la luz se expresa como una onda y las ondas de luz se disipan en todas las direcciones como una onda esférica. ⁽¹⁵⁾ El frente de onda es la forma de las ondas de luz que se encuentran en la fase de entrada, la luz que proviene del infinito se percibe como un frente de onda plano. ⁽⁵⁾

La tecnología de frente de onda puede detectar queratocono subclínico a diferencia del análisis topográfico, con una sensibilidad y especificidad de 91% y 94% respectivamente. ⁽¹³⁾ Otros factores biomecánicos de la córnea deberán ser considerados. ⁽¹⁶⁾

Al iniciar la interpretación de los mapas de frentes de onda, la Optical Society of America (OSA, 2000), recomendó la expansión de los polinomios de Zernike como el método estándar para representar el error en el frente de onda de un sistema óptico. Estos se consideran como los bloques básicos de descripción o

construcción de cualquier frente de onda. Mediante la aberrometría corneal se pueden determinar las aberraciones ópticas corneales que constituyen el 80% del total de las aberraciones oculares totales. ⁽¹⁷⁾

Las aberraciones de alto orden han sido estudiadas en múltiples ocasiones para cirugía refractiva. Maeda y colaboradores han aplicado la tecnología de frente de onda para estudiar las aberraciones en ojos con queratocono. ⁽¹⁸⁾

La tecnología de frente de onda está alcanzando una gran repercusión en la práctica clínica; la corrección de las aberraciones oculares abre la posibilidad de una mejora en la calidad óptica de las imágenes de un individuo, siendo una prueba de carácter objetivo y no invasivo. ⁽¹⁹⁾

Material y métodos

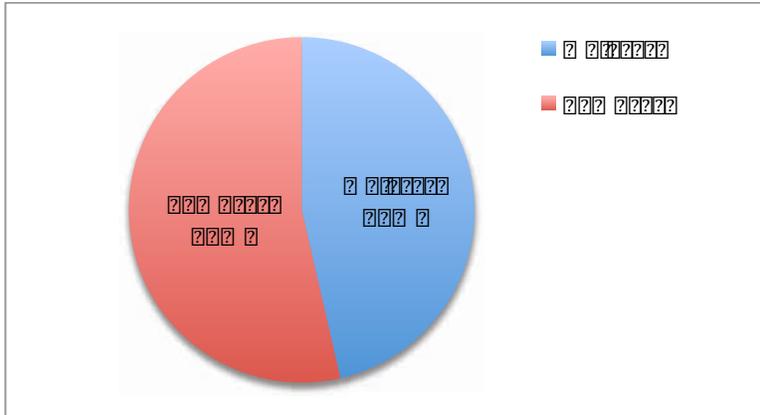
Se realizó un estudio retrospectivo, transversal y descriptivo donde se obtuvieron por medio de la cámara de Scheimplug las aberraciones de alto orden en la cara anterior de la córnea en pacientes con diagnóstico de queratocono, de la misma forma se obtuvo el mapa topográfico para clasificar el grado de queratocono en el periodo comprendido entre enero del 2009 a abril del 2014. Los procedimientos para la obtención de datos estaban de acuerdo con las normas éticas del comité responsable de la experimentación humana (institucional)

Se midieron las aberraciones corneales empleando la cámara de Scheimpflug el cual dispone de un programa que analiza la superficie anterior corneal y mide curvatura, elevación, análisis de Fourier y Zernicke obteniendo 8 índices y clasificando la morfología de la córnea y posibilidad de queratocono en 4 grados (adaptada a Amsler y Muckenhirn) considerando solo las aberraciones de la superficie corneal anterior. Se analizaron los mapas topográficos y aberrométricos de 152 ojos con diagnóstico de queratocono corroborado clínica y topográficamente que contaran con expediente completo, mapa topográfico y aberrométrico confiable. Se excluyeron a pacientes con lesiones o cicatrices corneales así como enfermedades de la colágena y cirugía oftalmológica previa.

A todos los pacientes previamente se les realizó examen oftalmológico completo. Finalmente se analizaron las aberraciones coma, trefoil, esférica horizontal, esférica vertical y raíz cuadrada media de las aberraciones de alto orden (RMS HOA). En el análisis estadístico se utilizó una prueba no paramétrica (tau de Kendall) para correlacionar una variable ordinal discreta (grado de queratocono) y una continua (aberraciones). También se realizó una prueba de Spearman para correlacionar el grado de queratocono con el tipo de ectasia.

Resultados

Se estudiaron 152 ojos de 76 pacientes con queratocono. 41 fueron de sexo masculino (54%); 35 de sexo femenino (46%) (gráfica 1). 52 ojos correspondieron a queratocono grado 3 (34%) seguido de 47 grado 2 (31%); 35 grado 4(23%), 13 grado 0 (9%), y 5 grado 1 (3%) (gráfica 2). La queratometría promedio para K1 fue de 50.37 ± 8.19 (36.2 a 76.4) y para K2 de 55.66 ± 8.54 (43.8 a 83.1). El grosor corneal promedio fue de 413.37 ± 100.41 micra (Tabla 1). Por otro lado 71 ojos presentaron ectasia tipo 2(47%); 43 grado 3 (29%) y 37 grado 1(24%) (gráfica 3).



Gráfica 1. Sexo de los pacientes con diagnóstico de queratocono

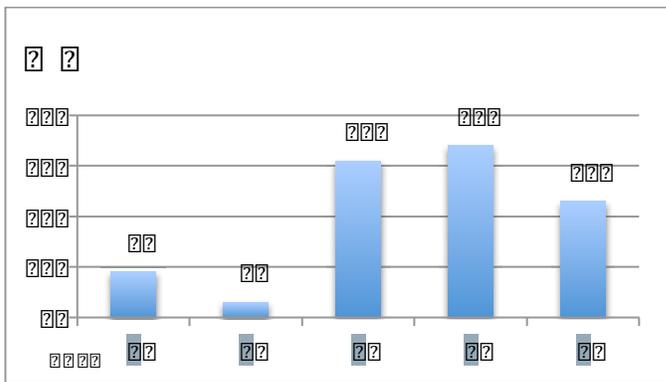


Gráfico 2. Grado de queratocono

	PROMEDIO (micrómetros)
K1	50.37 ± 8.19
K2	55.66 ± 8.54
Grosor corneal	413.37±100.41

Tabla 1. Queratometrías y grosor corneal promedio

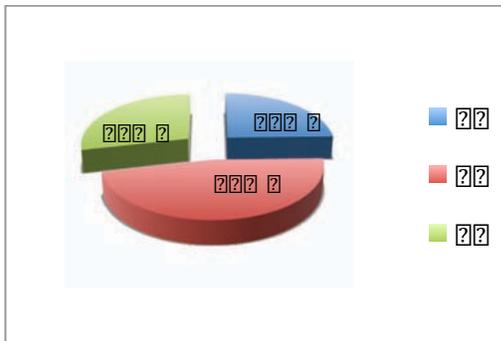
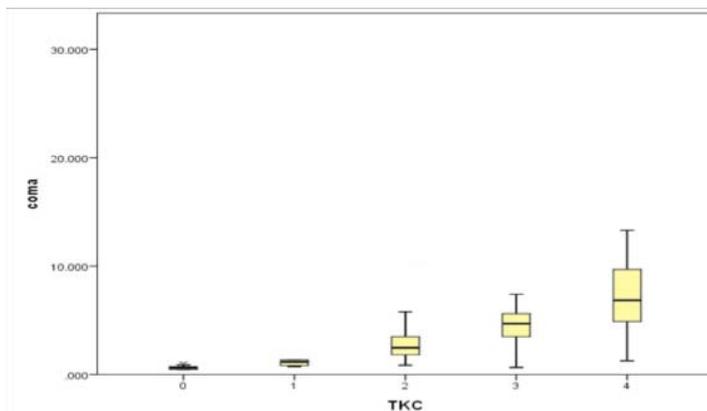
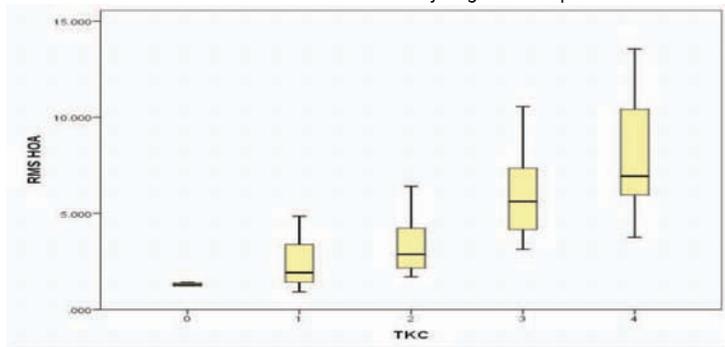


Gráfico 3. Tipo de ectasia corneal

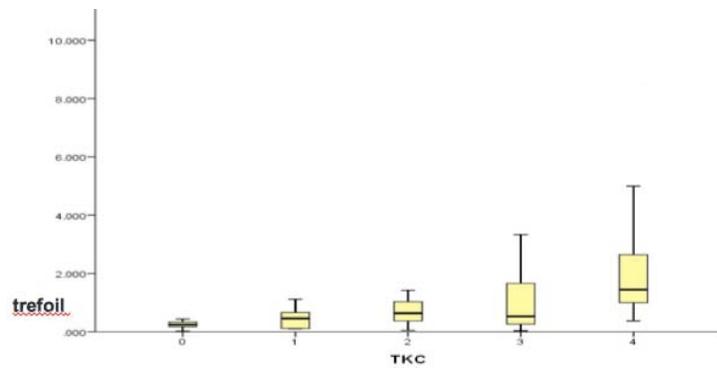
La aberración coma like promedio fue de $4.33 \text{ Mm} \pm 3.53$; trefoil $1.19 \text{ Mm} \pm 1.42$; aberración esférica horizontal de -0.83 ± 0.78 y la vertical de -0.57 ± 0.98 . La correlación entre el grado de queratocono y la aberración coma fue positiva con un valor de 0.606 (gráfica 4); la correlación con la RMS HOA fue de 0.611 (gráfica 5). Entre trefoil y grado de queratocono fue de 0.339 (gráfica 6) y la aberración esférica en horizontal y el grado de queratocono se correlacionó en -0.278 (gráfica 7) y con la esférica vertical fue de -0.243 (gráfica 8). También se realizó la correlación entre el grado de queratocono y tipo de ectasia con un valor de -0.704 (gráfica 9) utilizando la prueba de Spearman. todas con una valor de p de 0.01 e intervalo de confianza del 95%.



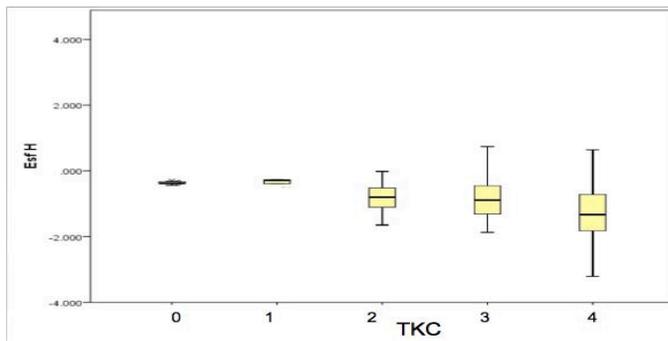
Gráfica 4. Correlación entre la aberración coma y el grado de queratocono



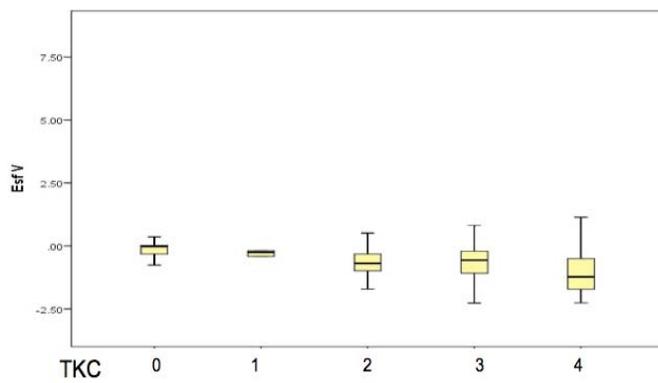
Gráfica 5. Correlación entre el grado de queratocono y la RMS de las aberraciones de alto orden



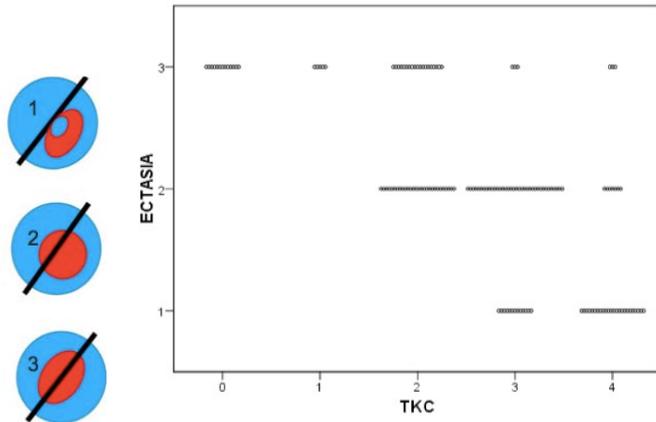
Gráfica 6. Correlación entre la aberración trefoil y el grado de queratocono



Gráfica 7. Correlación entre la aberración esféricas horizontal y el grado de queratocono



Gráfica 8. Correlación entre la aberración esféricas vertical y el grado de queratocono



Gráfica 9. Correlación entre tipo de ectasia y grado de queratocono

Discusión

En este estudio encontramos que la coma y el RMS de las aberraciones de alto orden en la cara anterior de la córnea se incrementan conforme aumenta el grado de cono, lo anterior previamente se había reportado con respecto a las aberraciones tomadas de todo el sistema óptico. En base a esto podemos establecer que dicha correlación podría estar dada principalmente por las aberraciones corneales en la cara anterior y no por las aberraciones oculares totales. Nuestros resultados concuerdan con los estudios realizados por Maeda y Alió sobre que la principal aberración de alto orden es la coma-like en ojos con queratocono.

La relevancia clínica del estudio es obtener información objetiva y no invasiva utilizando la tecnología de frente de onda en el estudio del queratocono y las aberraciones de alto orden. Las aberraciones coma pudieran ser consideradas como una herramienta más para graduar el queratoco. Se sugiere realizar mas estudios que apoyen los datos obtenidos en este análisis.

Conclusión

Existe una correlación positiva entre el grado de queratocono y las aberraciones de alto orden en la cara anterior de la córnea muy similar a las aberraciones de todo el sistema óptico.

El estudio y la corrección de las aberraciones oculares abre la posibilidad de una mejora en la calidad óptica de las imágenes de un individuo, siendo una prueba de carácter objetivo y no invasivo

Aspectos éticos:

No se declaran conflictos de interés.

Referencias

1. Masters BR. David Maurice's contribution to ophthalmic instrumentation: roots of the scanning slit confocal microscope. *Exp Eye Res* 2004; 78:315–326.
2. Bayhan HA. Repeatability of aberrometric measurements in normal and keratoconus eyes using a new Scheimpflug-Placido topographer. *J Cataract Refract Surg* 2013; Dec 21.
3. Specialized microscopy of the cornea. In: Leibowitz HM, Waring GO, eds. *Corneal disorders*. Philadelphia. W.B. Saunders; 1998; 83–122.
4. Koester CJ. Scanning mirror microscope with optical sectioning characteristics: applications in ophthalmology. *Appl Optics* 1980; 19:1749–1757.
5. Maeda, Naoyuki. Clinical and Experimental Ophthalmology: clinical applications of wave front aberrometry – a review. *Clin Experiment Ophthalmol*. 2009 Jan; 37(1):118-29
6. Wang G, Y, et al. Genetic Epidemiological Study of Keratoconus: Evidence for Major Gene Determination. *American Journal of Medical Genetics*, Aug 28, 2000; vol. 93, no. 5, pp. 403-409.
7. Romero-J, Santodomingo R. Keratoconus: A Review. *Contact Lens & Anterior Eye. The Journal of the British Contact Lens Association*, Aug, 2010; vol. 33, no. 4, pp. 157-66; quiz 205.
8. Lema, I., et al. Subclinical Keratoconus and Inflammatory Molecules from Tears. *The British Journal of Ophthalmology*, Jan 2009; vol. 93, no. 6, pp. 820-824.
9. Ochoa-Tabares JC. et al. Accuracy of a Hartmann Shack aberrometer system to assess the ocular aberrations. *Revista Mexicana de Oftalmología* 2012; 86(1):25-32
10. Torres-Soriano KE. et al. Aberraciones de alto orden en ojos con queratocono, medidas mediante análisis de frente de onda Hartmann–Shack. *Rev Mex Oftalmol* 2009; 83(2) :100-105
11. Jens Bu 'hren, Daniel Kook. Detection of Subclinical Keratoconus by Using Corneal Anterior and Posterior Surface Aberrations and Thickness Spatial Profiles. *IOVS*, July 2010; Vol. 51, No.
12. Barbero S, Marcos S, Merayo-Llotes J, Moreno-Barriuso E. Validation of the estimation of corneal aberrations from videokeratography in keratoconus. *Journal of refractive surgery* 2002; 18:263-70.
13. Bühren J, Kuhne C, Kohnen T. Defining subclinical keratoconus using corneal first-surface higher-order aberrations. *American journal of ophthalmology* 2007; 143:381-9.
14. Gobbe M, Guillon M. Corneal wavefront aberration measurements to detect keratoconus patients. *Contact lens & anterior eye. The journal of the British Contact Lens Association* 2005;28:57-66.
15. Goebels S, Eppig T. Detection of early forms of keratoconus: current screening methods. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2013 Oct; 230(10):998-1004.
16. Jorge L. Alio. et al. Keratoconus-integrated characterization considering anterior corneal aberrations, internal astigmatism, and corneal biomechanics. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37:552–568
17. Smolek MK. Method for expressing clinical and statistical significance of ocular and corneal wave front error aberrations. *Cornea* 2012; Mar 31(3):212-21.
18. Alió J. Corneal Higher order aberrations. *J Refract Surg* 2006; 22:539-545.
19. Maeda N. Wavefront aberrations measured with Hartmann-Shack sensor in patients with keratoconus. *Ophthalmology* 2002; 11:1996-2003.