



## V CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

5, 6 y 7 de junio de 2014

TONANTZINTLA, PUEBLA, MÉXICO

### COMPARACIÓN ENTRE EL DIAGNÓSTICO MÉDICO Y MEDIANTE ÍNDICES TOPOGRÁFICOS PARA DETERMINAR LA EXISTENCIA DE QUERATOCONO

López Olazagasti Estela<sup>1</sup>, Hernández y del Callejo César Eduardo<sup>2</sup>, Del Castillo Ruíz Alejandro<sup>2</sup>, Rodríguez Zavaleta Gustavo<sup>1</sup>, Ibarra Galitzia Jorge<sup>1</sup>, Muñoz Zurita Ana Luz<sup>1</sup>, Tepichín Rodríguez Eduardo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, [estelalo@inaoep.mx](mailto:estelalo@inaoep.mx), [gramirez@inaoep.mx](mailto:gramirez@inaoep.mx), [joibrra@inaoep.mx](mailto:joibrra@inaoep.mx), [anniezurita@gmail.com](mailto:anniezurita@gmail.com), [tepichin@inaoep.mx](mailto:tepichin@inaoep.mx)

<sup>2</sup>Láser y Ultrasonido Ocular, [cedherca@gmail.com](mailto:cedherca@gmail.com), [alejandro.adelcastle@gmail.com](mailto:alejandro.adelcastle@gmail.com)

#### RESUMEN

El queratocono es una enfermedad degenerativa del ojo humano que puede disminuir significativamente la calidad y la cantidad de la visión. Un diagnóstico temprano podría ayudar a evitar el progreso de esta enfermedad y su consecuente resultado, la ceguera. Un diagnóstico temprano puede hacerse mediante la automatización del análisis de los índices topográficos. Uno de los índices más usados hasta ahora, como un apoyo para el diagnóstico del queratocono, es el índice KISA%. Sin embargo, existen otros índices que pueden ser usados con la misma finalidad. La eficiencia de los índices o criterios de diagnosis debe ser comparada con los diagnósticos realizados por los médicos. En este trabajo presentamos una comparación entre diagnósticos obtenidos usando el índice KISA%, el criterio LOTH y los diagnósticos proporcionados por reconocidos oftalmólogos.

#### 1. INTRODUCCIÓN

El queratocono es una condición degenerativa en la que la córnea adquiere una forma cónica, debido a su adelgazamiento y protrusión, que se debe a la alteración de la estructura interna del tejido corneal. El proceso no es inflamatorio y no ocurren ni infiltración celular ni neovascularización. Típicamente es bilateral y, aunque involucra el centro, el ápice del cono, habitualmente se encuentra debajo del eje visual<sup>1</sup>. Los principales signos anatómicos del queratocono son el adelgazamiento de la cornea en su zona central o paracentral, acompañado casi siempre de una elevación en esta zona y un alto astigmatismo irregular de grado variable<sup>2</sup>. El resultado de este proceso es un marcado deterioro de la función visual.

Las primeras investigaciones sobre las características del relieve corneal en estos pacientes se basaron en los resultados obtenidos con el disco de Plácido<sup>3, 4</sup>. En la actualidad, la topografía corneal representa un potente y sensible medio para evaluar la superficie corneal. De hecho varios autores han demostrado la posibilidad de detectar formas incipientes de la enfermedad o incluso rasgos de ésta en familiares de afectados<sup>5-7</sup>. La topografía de elevación es una técnica que permite evaluar la cara posterior y el espesor corneal, además de otras variables biométricas, aumentando la posibilidad de una detección temprana de formas subclínicas de queratocono, así como cambios ectásicos secundarios a procedimientos refractivos.

La mayoría de los topógrafos actuales hacen sus medidas a través de un disco de Plácido, mientras que el Orbscan lo hace mediante un disco de Plácido y dos haces de luz proyectados por una lámpara de hendidura<sup>8</sup>. De acuerdo a Arntz<sup>9</sup>, los parámetros de elevación de cara anterior y posterior de la córnea, la paquimetría y la profundidad de cámara anterior, medidos en la



**V CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD**  
 5, 6 y 7 de junio de 2014  
 TONANTZINTLA, PUEBLA, MÉXICO

topografía de elevación, son significativamente diferentes entre individuos normales y aquéllos con queratocono clínico y sub-clínico. De esta forma, estos parámetros pueden ser útiles para definir pacientes con riesgo de desarrollar queratocono.

El queratocono constituye la primera causa para trasplante corneal en el Hospital de Oftalmología del Centro Médico Nacional Siglo XXI, Instituto Mexicano del Seguro Social, desde que inició el Programa de Trasplante Corneal<sup>10</sup>, por lo que es muy importante determinar las características clínicas en las etapas tempranas de la enfermedad y con ello disminuir las complicaciones que ameriten a corto plazo un procedimiento quirúrgico.

Un diagnóstico temprano puede hacerse mediante la automatización del análisis de los índices topográficos. Uno de los índices más usados hasta ahora, como un apoyo para el diagnóstico del queratocono, es el índice KISA%<sup>11</sup>. El índice KISA% es una excelente herramienta para hacer el diagnóstico y la clasificación del queratocono. Sin embargo, no toma en cuenta la información de la cara posterior de la córnea. Las nuevas generaciones de topógrafos corneales, en especial el Orbscan II, ya cuentan con información de la cara posterior de la córnea. Un nuevo criterio, llamado LOTH<sup>12</sup>, permite el diagnóstico y la clasificación del queratocono con la inclusión de los datos de la cara posterior de la córnea.

La eficiencia de los índices o criterios de diagnóstico debe ser confrontada con los diagnósticos proporcionados directamente por los médicos. Por lo que en este trabajo presentamos los resultados obtenidos en la comparación entre los diagnósticos proporcionados por reconocidos oftalmólogos y los obtenidos usando el índice KISA% y el criterio LOTH.

**2. MATERIAL Y MÉTODO.**

Aunque nuestra muestra consta de topografías corneales para 61 ojos, en este trabajo se utilizó una muestra de 20 de ellas, seleccionadas al azar. Las topografías fueron tomadas bajo las mismas condiciones y por el mismo técnico, con un topógrafo corneal computarizado Orbscan II. La Figura 1 muestra un ejemplo de las topografías analizadas.

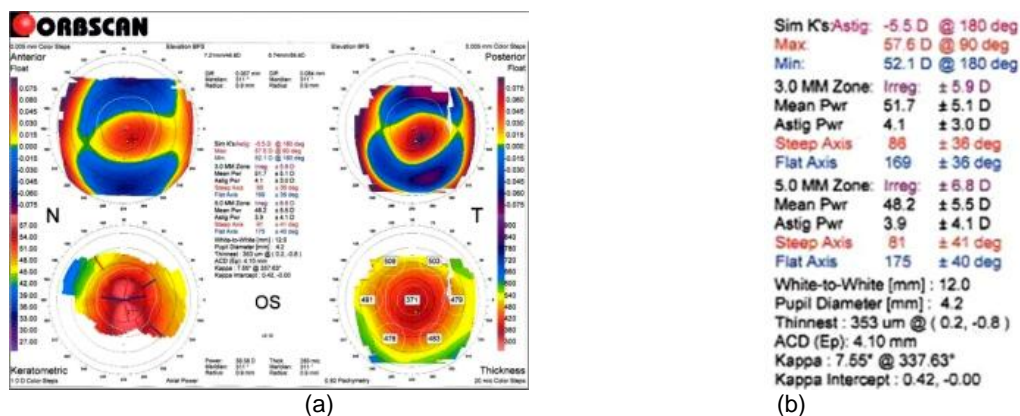



Figura 1. Mapas de elevación de superficie anterior y posterior de la córnea desplegados por el Orbscan II. (b) Detalle de los datos presentes de la Figura 1 (a).



V CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD  
5, 6 y 7 de junio de 2014  
TONANTZINTLA, PUEBLA, MÉXICO

El índice de KISA%<sup>11</sup> se calcula combinando cuatro valores topográficos: la potencia media en el centro de la córnea (K); la medida de la asimetría inferior-superior de la potencia en el centro de la corneal (IS); la toricidad corneal (AST) que cuantifica el grado de astigmatismo corneal regular (Sim K1-Sim K2); y la medida relacionada con el astigmatismo irregular que ocurre en el queratocono (SRAX, Skewed Radial Axes), comparando los semiejes más curvados de la córnea y valora el grado de desalineamiento. En concreto, el índice KISA% se obtiene mediante la fórmula:

$$\text{KISA}\% = \frac{1}{3} \times K \times IS \times AST \times \text{SRAX}. \quad (1)$$

En el uso de esta ecuación se deben contemplar las siguientes reglas<sup>11</sup>:

1. Para amplificar cualquier anomalía, se usa 1 en la ecuación para cualquier valor topográfico menor que 1.
2. Sólo se usan los valores absolutos de los índices topográficos.
3. Cuando K es mayor que 47.2, el K usado es la diferencia con 47.2 D. Para valores menores que 47.2 D, se usa 1.0 en el cálculo.

Aún cuando Rabinowitz realizó su estudio usando la información topográfica obtenida con un videoqueratoscopio TMS-1 (versión de software 1.61, Computed Anatomy, Inc.), el algoritmo presentado en la Ec. (1) es de uso universal para un diagnóstico topográfico de queratocono. Según Rabinowitz un ojo es normal cuando el índice KISA% no excede el 60%; hay sospechosa de que el ojo tenga queratocono si KISA% se encuentra entre 60% y 100%; pero si el índice KISA% supera el 100% y no tiene otra patología, el ojo presenta un queratocono clínicamente detectable<sup>11</sup>. En este rango de valores del índice KISA%, Rabinowitz define que aquellos ojos cuyo índice KISA% sea menor que 5000% tienen un queratocono temprano y, aquellos que superan este valor, tienen un queratocono avanzado<sup>11</sup>. Debemos notar que este criterio fue definido antes de contar con datos de la cara posterior de la córnea.

Para poder usar la información mostrada en la Figura 2b) en la fórmula de la Ec. (1), para cada uno de los ojos de nuestra muestra, hicimos la siguiente correlación:  $K = \text{Mean Pwr}$ ,  $IS = \text{Astg Pwr}$ ,  $AST = \text{Sim K's}$  y el cálculo del SRAX se realizó de acuerdo a Rabinowitz<sup>11</sup>, usando como semiejes más curvados los llamados Steep y Flat axis.

El llamado criterio LOTH<sup>12</sup>, incluye la información correspondiente a la cara posterior de la córnea y lo hemos definido utilizando los siguientes parámetros<sup>12</sup>:

1. Diferencia entre la superficie anterior de la córnea y la esfera de referencia (Diff Ant) mayor que 0.040 mm.
2. Diferencia entre la superficie posterior de la córnea y la esfera de referencia (Diff Post) mayor que 0.037 mm.
3. Sim K máximo ( $K_{\text{máx}}$ ) mayor que 47.2 D.
4. Sim K mínimo ( $K_{\text{mín}}$ ) mayor que 47.2 D.
5. Queratometría central (Mean Pwr) mayor que 47.2 D.
6. Valor axial de la queratometría simulada (Sim K's Astig) entre 25 y 65° o 115 y 155°.
7. Potencia astigmática (Astigm Pwr) mayor que 3.0 D.
8. Espesor corneal (Thinnest) menor que 463  $\mu\text{m}$ .

Y para caracterizar el queratocono, definimos que un ojo es sospechoso de tener queratocono si:



V CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD  
5, 6 y 7 de junio de 2014  
TONANTZINTLA, PUEBLA, MÉXICO

- A) Se presentan entre 3 y 5 de las anomalías mencionadas,
  - B) Sólo se presenta la anomalía 2, o
  - C) Sólo se presenta la anomalía 6.
- El ojo ya tiene queratocono si se presentan 6 o más de las anomalías mencionadas.

Para analizar los datos se utilizó el programa Microsoft Office Excel 2007©.

### 3. RESULTADOS.

Como un ejemplo de la correlación que existe entre los índices topográficos obtenidos con el Orbscan II y los usados por Rabinowitz<sup>11</sup>, presentamos la Tabla I, donde mostramos la relación resultante de los datos mostrados en la Figura 1b) y el índice KISA% obtenido al aplicar la fórmula de la Ec. (1).

Tabla 1. Ejemplo de la correlación que se realiza entre los índices topográficos obtenidos con el Orbscan II (Fig. 1b) y el usado por Rabinowitz.

Índice topográfico	Información del Orbscan II	Dato	Valor usado en la fórmula de Rabinowitz
<b>K</b>	Mean Pwr	44.8 D	4.5
<b>I-S</b>	Astg Pwr	3.7 D	4.1
<b>AST</b>	Sim K's	4.3 D	5.5
<b>SRAX</b>	Steep and Flat axis	81° and 165°	83
Índice KISA%			2807.5%
			Queratocono temprano

En este caso, encontramos que el índice KISA% es 2807.5%, indicativo de que el ojo presenta un queratocono temprano, que debería ser clínicamente detectable.

En la definición del criterio LOTH se usan ocho parámetros de la topografía corneal del Orbscan II. Cada uno de ellos por separado puede presentar anomalía que indique sospecha de queratocono. La Tabla 2 presenta que parámetros indican anomalía en el caso de los datos en la Fig. 1b).

Tabla 2. Resultados obtenidos al aplicar los índices topográficos obtenidos con el Orbscan II (Fig. 1b) al criterio LOTH. Las X marcan índice anómalo.

Diff Ant (mm)	Diff Post (mm)	K <sub>máx</sub> (D)	K <sub>mín</sub> (D)	Mean Pwr (D)	Sim K's (°)	Astigm Pwr (D)	Thick (µm)	Clasificación LOTH
0.057	0.084	57.6	52.1	51.7	180	4.1	356	
X	X	X	X	X		X	X	Queratocono

Como complemento de esta parte del estudio, realizamos la misma experiencia con otro ojo de la muestra y cuya información se muestra en la Fig. 2. Las Tablas 3 y 4 muestran los resultados obtenidos.

V CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD  
5, 6 y 7 de junio de 2014  
TONANTZINTLA, PUEBLA, MÉXICO

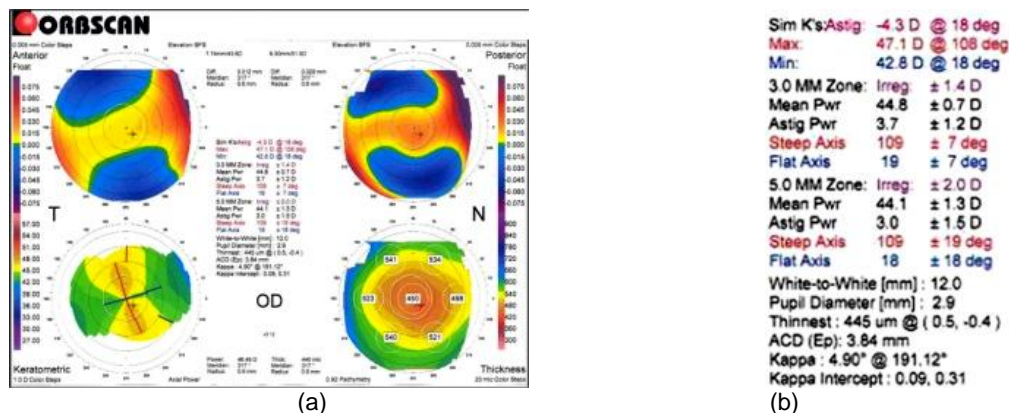


Figura 3. Mapas de elevación de superficie anterior y posterior de la córnea desplegados por el Orbscan II, de un segundo ojo. (b) Detalle de los datos presentes de la Figura 2 (a).

Tabla 3. Ejemplo de la correlación que se realiza entre los índices topográficos obtenidos con el Orbscan II (Fig. 2b) y el usado por Rabinowitz.

Índice topográfico	Información del Orbscan II	Dato	Valor usado en la fórmula de Rabinowitz
<b>K</b>	Mean Pwr	51.7 D	1
<b>I-S</b>	Astg Pwr	4.1 D	3.7
<b>AST</b>	Sim K's	5.5 D	4.3
<b>SRAX</b>	Steep and Flat axis	109° and 19°	90
		Índice KISA%	477.3%
		Queratocono temprano	

Tabla 4. Resultados obtenidos al aplicar los índices topográficos obtenidos con el Orbscan II (Fig. 2b) al criterio LOTH. Las X marcan índice anómalo.

Diff Ant (mm)	Diff Post (mm)	K <sub>máx</sub> (D)	K <sub>mín</sub> (D)	Mean Pwr (D)	Sim K's (°)	Astigm Pwr (D)	Thick (μm)	Clasificación LOTH
0.012	0.028	47.1	42.8	44.8	18	3.7	445	
						X	X	Normal

En este caso, encontramos que el índice KISA% indica que el ojo presenta un queratocono temprano; mientras que el criterio LOTH indica que el ojo es normal.

Con fines de comprobación, le pedimos a un oftalmólogo experto en queratocono, su diagnóstico clínico. Para el ojo de la Fig. 1, el oftalmólogo nos indica que presenta un queratocono temprano, confirmando el diagnóstico obtenido tanto con el índice KISA% como con el criterio LOTH. Para el ojo de la Fig.2, el diagnóstico del mismo oftalmólogo determina que este ojo es normal, indicando que se requiere una investigación del origen del adelgazamiento corneal. De tal forma que su diagnóstico coincide con el criterio LOTH, pero no con el criterio KISA%.

## V CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD 5, 6 y 7 de junio de 2014 TONANTZINTLA, PUEBLA, MÉXICO

Para poder llegar a una conclusión más general, aplicamos el índice KISA% y el criterio LOTH a la muestra seleccionada. Además, les pedimos a dos reconocidos oftalmólogos expertos en queratocono nos dieran su diagnóstico para cada uno de los ojos de esta muestra. Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 3.

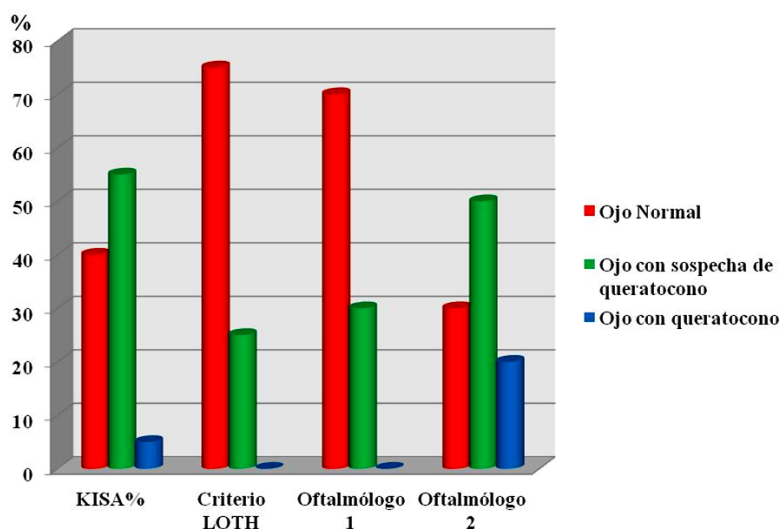


Figura 3. Comparación de los diagnósticos obtenidos usando el índice KISA%, el criterio LOTH y los proporcionados por los oftalmólogos.

#### 4. CONCLUSIONES.

De nuestros resultados podemos concluir que existen dos tendencias médicas para el diagnóstico del queratocono. La primera no toma en cuenta la información de la cara interna de la córnea, mientras que la segunda sí. De esta forma, los índices topográficos que sirven de base para el diagnóstico computarizado del queratocono, siguen estas tendencias. Para tener un resultado más asertivo respecto a cuál de estos diagnósticos computarizados debería ser utilizado, es necesario que más diagnósticos médicos puedan tenerse en consideración, para que la solución se base en resultados estadísticamente adecuados y estos resultados puedan coadyuvar al oftalmólogo a llegar a un diagnóstico de queratocono más adecuado de una forma más rápida.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Gustavo Aguilar Montes, Fernando Castillo Nájera, Marco Antonio de la Fuente Torres, Rev. Hosp. Gral. Dr. M. Gea González, Vol 4, No. 4, Octubre-Diciembre 2001, pp. 130-132.
2. Yanoff M. Duker J.S. Ophthalmology. Third Edition. China. Mosby Elsevier Inc. 2009.
3. Amsler M. Le keratocone fruste au javal. Ophthalmologica 1938; 96: 77-83.
4. Amsler M. Quelques dennoés du problème du keratocone. Bull Soc Belge Ophtalmol 1962; 129: 33-39.
5. Maguire LJ, Bourne WM. Corneal topography of early keratoconus. Am J Ophthalmol 1989; 108: 107-112.
6. Rabinowitz YS, Garbus J, McDonnell PJ. Computer-assisted corneal topography in family members of patients with keratoconus. Arch Ophthalmol; 1990; 108: 365-371.





V CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD  
5, 6 y 7 de junio de 2014  
TONANTZINTLA, PUEBLA, MÉXICO

7. Maguire LJ, Lowry JC. Identifying progression of subclinical keratoconus by serial topography analysis. *Am J Ophthalmol* 1991; 112: 41-45.
8. Nuria Garzón y Francisco Poyales Galán, ORBSCAN: Mapas topográficos, *Gaceta Óptica* **420**, noviembre 2007.
9. Arntz, A; Duran, JA; Pijoan, JI. Diagnóstico del queratocono subclínico por topografía de elevación. *Arch Soc Esp Oftalmol*, Madrid, v. 78, n. 12, dic. 2003.
10. María Luisa Ruiz-Morales, Karla Verdiguél-Sotelo y Adriana Hernández-López, *Rev Med Inst Mex Seguro Soc* 2010; 48 (3): 309-312.
11. Rabinowitz YS, Rasheed K. KISA% index: a quantitative videokeratography algorithm embodying minimal topographic criteria for diagnosing keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 1999; 25 (10):1327-1335.
12. López-Olazagasti E, Hernández-y-del-Callejo CE, Ibarra-Galitzia J, Tepichín-Rodríguez E. Diagnóstico topográfico Orbscan II de queratocono en familiares de pacientes con queratocono avanzado que requirieron trasplante de córnea. VIII Encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia 2011, León, Guanajuato; Memorias en Extenso en disco compacto (CD), ISBN 978-607-95228-2-7; Sesión 5, Trabajo S5-MCS05.