

ESTUDIO CLÍNICO DE ORTOQUERATOLOGÍA MEDIANTE EL TOPÓGRAFO PORTÁTIL TOCO

Martín Isaías Rodríguez-Rodríguez^a, Carla Velázquez Velasco^a, Johana Yadira Diego Hernández^a, Itzel Muñoz-Juárez^a, Marcela López de la Cruz^a, Mari Carmen Bates-Souza^a, Daniel Aguirre-Aguirre^b, Rufino Díaz-Uribe^b y Brian Vohnsen^c

^aCarrera de Optometría FES Iztacala-UNAM, Edo. de México,
martin.isaias.rodriguez@iztacala.unam.mx, carlawwel@gmail.com,
dieyadira.polar@gmail.com, 314192439@iztacala.unam.mx,
marcela.lopez.delacruz@iztacala.unam.mx, carmen.bates.souza@iztacala.unam.mx

^bInstituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. Mx., México.

daniel.aguirre@icat.unam.mx, rufino.diaz@icat.unam.mx

^cAdvanced Optical Imaging Group, School of Physics UCD Dublin Irlanda.
brian.vohnsen@ucd.ie

RESUMEN

En este trabajo se presenta un estudio del tratamiento de ortoqueratología mediante el topógrafo portátil TOCO. Para realizar el estudio se utilizaron dos lentes de contacto de geometría inversa (LCGI) adaptados a dos ojos amétropes con diagnóstico refractivo de astigmatismo miópico compuesto. Se obtuvieron fluorogramas que demuestran la adaptación de cada lente. Además, se obtuvieron parámetros representativos de la superficie corneal antes del tratamiento. Para ojo derecho: radio de curvatura $RC_{derecho} = 7.95 \text{ mm}$, excentricidad (e) = 0.66; para ojo izquierdo: $RC_{izquierdo} = 8.08 \text{ mm}$, $e = 0.75$. Las variaciones de estos parámetros después del tratamiento fueron: $DRC_{derecha} = + 0.2 \text{ mm}$, $De_d = +0.1$, y $DRC_{izquierda} = + 0.32 \text{ mm}$, $De_i = +0.2$. Adicionalmente, se presentan mapas de topografía corneal y pruebas de agudeza visual antes y después de tratamiento. Se muestran principalmente las fortalezas del instrumento TOCO usado para analizar el tratamiento de ortoqueratología.

Palabras Clave: Ortoqueratología, Topografía Corneal, Pantallas Nulas

ABSTRACT

The study of orthokeratology treatment using the portable corneal topographer (TOCO), is presented. For the treatment, two reverse geometry contact lenses (RGCL) were fitted to two ametropic eyes with compound myopic-astigmatism refractive diagnosis. Fluorograms were obtained after the adaptation of the RGCL. In addition, representative parameters of the corneal surface were obtained. The radius of curvature and the eccentricity obtained before of the orthokeratology treatment, for the right eye: $RC_{right} = 7.95 \text{ mm}$, eccentricity $e = 0.66$, and left eye: $RC_{left} = 8.08 \text{ mm}$, $e = 0.75$, the differences in the same parameters obtained after the treatment were, right eye: $DRC_{right} = + 0.2 \text{ mm}$, $De_r = +0.1$, y $DRC_{left} = + 0.32 \text{ mm}$, $De_l = +0.2$. Corneal topography maps and visual acuity tests pre-and-post orthokeratology

treatment are presented. The strengths of the TOCO instrument are shown in the analysis of orthokeratology treatment.

Palabras clave: Orthokeratology, Corneal Topography, Null-screen

1. INTRODUCCIÓN

Cada vez se desarrollan más estudios sobre tratamientos clínicos aplicados en optometría y oftalmología, para la corrección de defectos refractivos, entre otros padecimientos. Para esto, se hace uso de instrumentos que permiten medir parámetros representativos de la superficie corneal y a partir de esta información obtener una idea del comportamiento de dicha superficie y en general del sistema óptico visual. Tradicionalmente, el estudio de la topografía corneal se ha realizado mediante topógrafos comerciales que en su mayoría funcionan basados en el disco de Plácido [1]. Un tratamiento que ha sido de interés analizar es el estudio de la ortoqueratología mediante el topógrafo portátil TOCO que usa en principio de pantallas nulas [2-7]. Esta geometría, tienen una ventaja sobre los topógrafos que funcionan mediante el disco de Plácido ya que supera el denominado problema del rayo oblicuo [8].

El hecho de contar con un instrumento de fácil acceso es de suma importancia para la atención clínica primaria en pacientes que requieren atención especializada. Cabe mencionar que el topógrafo propuesto nos permite minimizar los costos en comparación con los instrumentos comerciales existentes en el mercado. Sin embargo, para las mediciones realizadas con instrumentos en desarrollo, es conveniente compararlas con mediciones obtenidas con instrumentos comerciales *gold estándar*, como el topógrafo *Orsbean IIz*. De esta manera, se valida que la información obtenida con el topógrafo TOCO sea confiable y tenga una resolución adecuada en cada uno de los parámetros medidos.

Por lo tanto, se propone realizar el análisis en un voluntario informado con diagnóstico de astigmatismo miópico compuesto en ambos ojos, utilizando el topógrafo portátil TOCO. Cabe mencionar que el objetivo del trabajo es mostrar las fortalezas del topógrafo portátil TOCO para analizar tratamientos clínicos.

1.1 SUPERFICIE CORNEAL

La córnea se define como un medio de refracción que se caracteriza por ser un tejido avascular (sin irrigación sanguínea), el cual, es esencial para la formación de imágenes nítidas en la retina [9]. La córnea se encuentra en el segmento ocular anterior y tiene una forma esférica convexa, estrictamente su geometría es de un elipsoide prolato, además, posee el mayor poder refractivo del sistema visual, equivalente al 70% del poder refractivo total del sistema ocular, es decir 43 de 60 dioptrías en edad adulta. Adicionalmente, la córnea junto con la película lagrimal y el cristalino hacen posible la formación de imagen a nivel de la retina. La córnea presenta una composición en 5 capas las cuales son de afuera hacia adentro: epitelio corneal, membrana de Bowman, estroma, membrana de Descemet y endotelio [9].

1.1.1 Características ópticas de la córnea

La suma de dioptrías D de ambas caras de la córnea es; $(48.2 D) + (-5,9 D)$, mismas que dan como resultado las $42.3 D$ de potencia total. Su índice de refracción es de 1.375, aunque por lo general suele usarse el índice de refracción queratométrico que es 1.3375. El espesor central de la córnea mide aproximadamente 0.5 mm , es decir $500 \text{ }\mu\text{m}$, el espesor periférico mide $0,75 \text{ mm}$, es decir $750 \text{ }\mu\text{m}$ pudiendo llegar hasta 1 mm . Su radio de curvatura promedio es de 7.8 mm y su diámetro es de 12 mm . Su contante de conicidad es $k = -0.2$, su excentricidad es $e = 0.44$ y su número $f/\# = 0.34$ [10].

2. METODOLOGÍA

2.1 TRATAMIENTO DE ORTOQUERATOLOGÍA

Para llevar a cabo el estudio del tratamiento de ortoqueratología, es necesario contar con un voluntario informado (previo consentimiento) que requiera dicho tratamiento. En este caso, el voluntario presenta un diagnóstico de astigmatismo miópico compuesto en ambos ojos, una ametropía que se clasifica como una miopía media-alta con agudeza visual (20/1600). [OD = $-6.00 / -1.75 \times 10^\circ$, OI = $-5.75 / -1.75 \times 5^\circ$, corresponde a la prescripción de sus lentes de armazón obtenida con autorrefractómetro]. La Fig. 1., muestra una evidencia clínica de la prueba de agudeza visual realizada en ambos ojos al mismo paciente antes del tratamiento de Ortoqueratología. Como se puede apreciar, se corroboró que efectivamente el valor de la agudeza visual del paciente antes tratamiento es de 20/1600 (con capacidad de corregir mediante lentes de armazón) [11-12].

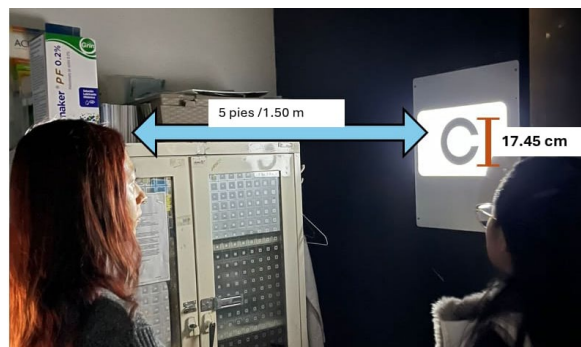


Figura 1. Prueba de agudeza visual, paciente con agudeza visual 20/1600 sin corrección

Cabe mencionar que, aunque el tratamiento de ortoqueratología se sugiere principalmente para infantes, sin embargo, la edad no es una restricción; en nuestro caso el voluntario tiene 20 años y sigue siendo un candidato aceptable para la exploración del tratamiento. Para iniciar el tratamiento de ortoqueratología es necesario contar con dos lentes de contacto rígidos de material permeable a los gases, denominadas, lentes de contacto de geometría inversa (LCGI). En la Fig. 2 (a) se muestra el diseño de la lente en el cual el centro es más plano que la periferia y en la Fig. 2 (b) se muestran las lentes comerciales que fueron usadas en este tratamiento.

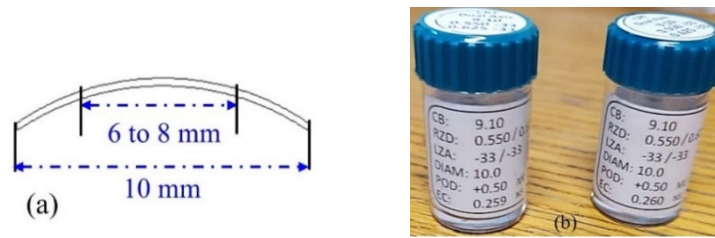


Figura 2. (a) Diseño de una lente de contacto de geometría inversa (LCGI), (b) LCGI usadas para el tratamiento de Ortoqueratología

La función principal de estas lentes es cambiar el radio de curvatura de la cara anterior de la córnea y con ello modificar su potencia refractiva. Es bien sabido que un cambio en el radio de curvatura implica un cambio en la distancia focal, con lo cual, se espera modificar la posición de enfoque de su sistema visual para compensar una miopía de 6 dioptrías (D) en ambos ojos. Se adaptaron las LCGI durante 1 hora, posteriormente, se retiraron y se evaluó el efecto causado en el radio de curvatura de la cara anterior de la córnea, adicionalmente, se midió el poder refractivo antes y después de la adaptación de las lentes. Posteriormente, se realizó el mismo análisis, pero con un tiempo de adaptación mayor a dos horas en cada ojo del voluntario. Cabe mencionar que lo deseable es realizar la adaptación de las lentes durante toda noche y retirar a la mañana siguiente para evaluar los efectos causados, sin embargo, el análisis clínico aún está en proceso, por lo cual, en este momento se considera conveniente tener un monitoreo del tratamiento en un tiempo máximo de 3 horas. En la Fig. 3 (a), se muestra la adaptación de las lentes al ojo de un voluntario informado y en la Fig.3 (b) se muestra esquemáticamente la LCGI adaptada a la cara anterior de la córnea.

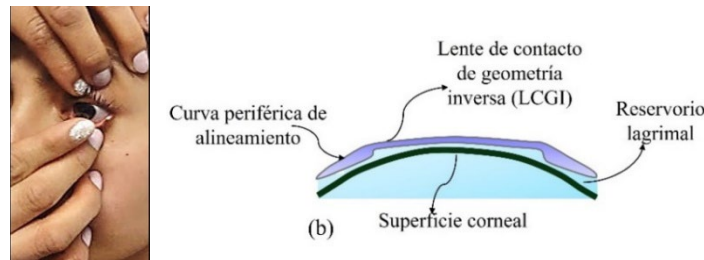


Figura 3. (a) Adaptación de lente de contacto de geometría inversa (LCGI) a un paciente informado con diagnóstico de astigmatismo miópico compuesto, (b) Diagrama esquemático de una LCGI adaptada a la córnea para tratamiento de Ortoqueratología

2.2. EVALUACIÓN DEL PACIENTE

Para la evaluación del tratamiento de ortoqueratología se hace uso del topógrafo portátil TOCO que emplea el método de pantallas nulas. La pantalla nula es usada como un conjunto de puntos objeto para realizar la evaluación, además, tiene adaptado un sistema de iluminación, el cual ayuda a proyectar el conjunto de puntos sobre la cara anterior de la córnea dando como resultado un arreglo tipo Hartmann [2-6]. El topógrafo TOCO está basado en una pantalla nula cilíndrica de dimensiones portátiles [3], lo cual, permite llevar el instrumento directamente al paciente para evaluar el tratamiento. Antes de comenzar el tratamiento de ortoqueratología y llevar a cabo la adaptación de las lentes de contacto de geometría inversa (LCGI), es necesario evaluar la topografía corneal y la agudeza visual de cada ojo del paciente; así como otros parámetros representativos de la superficie corneal para hacer notar los cambios que ocurren después de llevar a cabo el tratamiento En la Fig. 4. (a).

El cilindro debe rodear la zona peri orbitaria del paciente, de esta manera se obtendrá la evaluación antes y después del tratamiento, tal como se aprecia en la Fig. 4 (b)

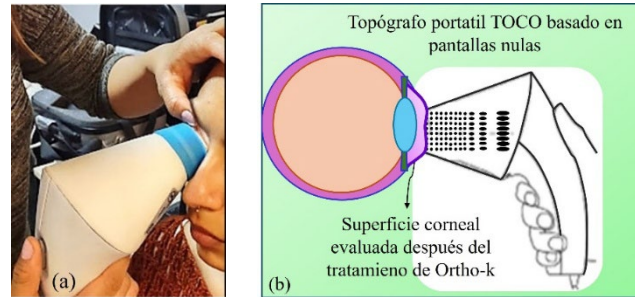


Figura 4. (a) Evaluación de la cara anterior de la córnea de un voluntario informado (antes del tratamiento), (b) Esquema del topógrafo portátil TOCO evaluando la córnea (después del tratamiento)

En la figura anterior [Fig. 4. (a)] se muestra la evaluación realizada con el voluntario informado para monitorear el tratamiento de ortoqueratología. Cabe mencionar que el paciente, es un paciente colaborador (no es nervioso durante el tratamiento). Se realizó la evaluación previa al tratamiento, posteriormente, se colocaron las lentes de Ortoqueratología (LCGI), se mantuvieron las lentes durante 3 horas. El paciente se mantuvo tranquilo durante las 3 horas que tuvo las lentes, con los ojos cerrados simulando que estuviera dormido. Posteriormente se retiraron y se procedió nuevamente a obtener la topografía corneal. En la Fig. 4 (b) se puede apreciar esquemáticamente la modificación de la superficie corneal debido al uso de la lente de contacto de geometría inversa (LCGI), se puede notar que el radio de curvatura se ha hecho mas grande, es decir, se ha aplanado la superficie corneal.

3. RESULTADOS

En la Fig. 5 se presentan los mapas de elevación que muestran la situación del paciente antes de llevar a cabo el tratamiento obtenidos con dos topógrafos diferentes (*Orsbcan Ilz* y TOCO). Adicionalmente, la agudeza visual medida antes de la adaptación fue: 20/1600 en ambos ojos tomada con la cartilla de Snellen.

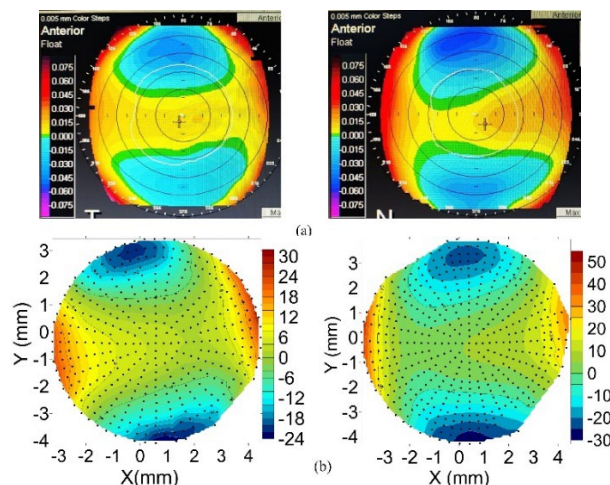


Figura 5. Mapas de elevación de ambos ojos obtenidos antes del tratamiento de ortoqueratología mediante: (a) Topógrafo Orbscan Ilz, (b) Topógrafo TOCO. (Escala en micras), (primera columna: ojo derecho, segunda columna: ojo izquierdo)

Los mapas topográficos de la Fig.5, representan la elevación de la cara anterior de la córnea antes del tratamiento de ortoqueratología. Se puede notar que los mapas de elevación presentan un comportamiento similar para ambos topógrafos (*Orsbcan Ilz* y TOCO). Los valores pico-valle en elevación van de -35 a 35 micrómetros (mm) en ambas gráficas. (Para evita confusión, note en la barra de colores los valores numéricos predominantes asociados con el mapa de color). Sin embargo, es importante mencionar que existe una diferencia en la forma de evaluación que realizan ambos instrumentos. El topógrafo *Orsbcan Ilz* utiliza una pantalla de anillos de Plácido y para el procesamiento de la información emplea posiblemente un método de modal o global, (cabe mencionar que es un instrumento comercial y esta información es cerrada o reservada), mientras que con el topógrafo TOCO, se usa una pantalla nula de puntos discretos como *target* y la evaluación cuantitativa es mediante un método híbrido de integración numérica, zonal y modal, (en este caso la información es abierta y se tiene acceso a los datos duros).

Por otro lado, la función de lágrima juega un papel importante en el tratamiento de ortoqueratología, pues se distribuye de manera conveniente en la región en donde la lente no hace contacto directo con la superficie corneal. Para tener un reporte clínico, se realiza un estudio de fluorogramas, los cuales proporcionan información cualitativa de la adaptación correcta de las lentes a la superficie corneal. Una vez que las lentes han sido adaptadas, fueron colocadas sobre las córneas del paciente durante un tiempo mayor a dos horas. Posteriormente, se retiraron para evaluar el resultado del tratamiento post adaptación. En la Fig. 6, se muestran los fluorogramas obtenidos después de la adaptación de las lentes LCGI.

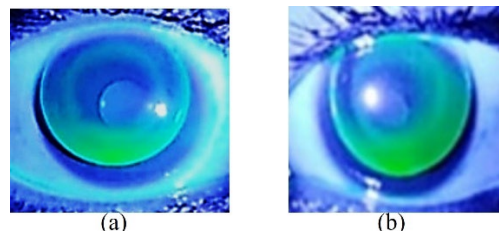
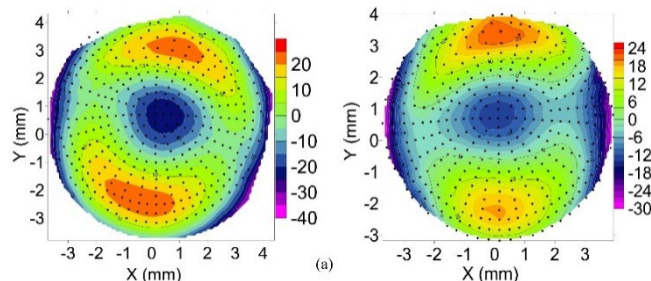


Figura 6. Fluorogramas obtenidos en el tratamiento de Ortoqueratología en un voluntario informado. (a) Ojo derecho, (b) Ojo Izquierdo.

Para llevar a cabo la evaluación, después del tratamiento, como se mencionó anteriormente, se utilizó el topógrafo portátil TOCO. En la Fig. 5., se muestran los mapas de elevación de ambos ojos. Adicionalmente, con la información obtenida se realiza un análisis de los perfiles de elevación punto a punto, tanto antes como después del tratamiento, en la Fig. 7 (b) se muestra una gráfica de dichos perfiles de elevación. Cabe mencionar que los datos duros son obtenidos directamente con el TOCO y analizados mediante software libre.



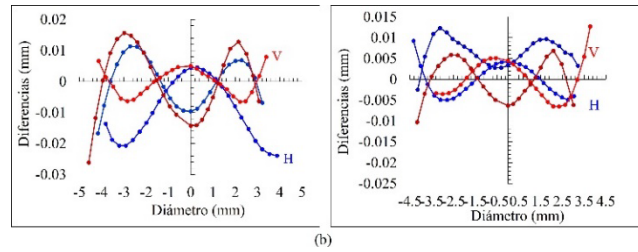


Figura 7. Mapas de elevación post tratamiento de ortoqueratología a ambos ojos del paciente. (a) Mapas de color de la elevación (Escala de la barra de colores en micras), (b) Gráficas de perfiles de elevación antes y después del tratamiento, (primera columna: ojo derecho, segunda columna: ojo izquierdo, respectivamente)

Un cambio importante que producen las LCGI en combinación con la lágrima es en la parte central de la córnea, esto es debido a un efecto de presión de dicha lente, de tal modo que esto da lugar a un aplanamiento de la superficie corneal. En los mapas de elevación de la Fig. 7. (a), se puede apreciar que la córnea presenta un cambio notable en la parte central después de retirar la LCGI, la condición de la superficie corneal cambia sustancialmente, (Se sugiere comparar las gráficas de la Fig. 7. (a) con las gráficas mostradas en la Fig. 5. (b) para notar la diferencia). Este efecto se puede notar más claramente en las gráficas de perfiles de la Fig. 7. (b). La misma evaluación fue realizada mediante el topógrafo *Orbscan IIz* después del tratamiento, tal como se muestra en la Fig. 8.

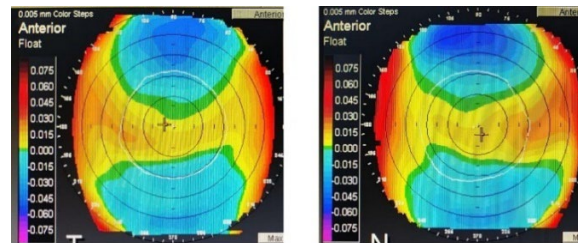


Figura 8. Mapas de elevación obtenidos con el Topógrafo *Orbscan IIz* después del tratamiento de Ortoqueratología aplicado a ambos ojos (Ojos Derecho e Izquierdo respectivamente), (Escala de la barra de color en milímetros)

Si comparamos los mapas de la Fig. 8., y la Fig. 7 (a), se puede apreciar una diferencia cualitativa notable. Los mapas de elevación obtenidos con el topógrafo portátil TOCO muestran variaciones en el mapa de elevación en la parte central antes y después del tratamiento de ortoqueratología, este resultado es debido a que para el caso del topógrafo TOCO se usa un método híbrido de integración zonal y modal, el cual permite evaluar con mayor énfasis zonas muy localizadas (en este caso una zona central del 6.5 mm de diámetro). Mientras que el topógrafo *Orbscan IIz*, el área de evaluación es mayor a 9 mm de diámetro, es decir, a pesar de ser un instrumento ampliamente usado no tiene sensibilidad para evaluar procedimientos localizados ya que el principio de evaluación es global. En la tabla 1 se muestran los valores cuantitativos obtenidos con ambos topógrafos antes y después del tratamiento de ortoqueratología, así como otros parámetros representativos.

Tabla 1. Parámetros obtenidos antes y después de la adaptación de la lente de contacto de geometría inversa (LCGI) en el tratamiento de Ortoqueratología

Voluntario Informado	Antes de tratamiento		Después de tratamiento		Diferencias (Δ)	
	OD	OI	OD	OI	OD	OI
Radio de curvatura (mm)	Topógrafo <i>Orbscan IIz</i>					
	7.91	7.90	7.93	7.91	0.02	0.01

	Topógrafo Portátil (TOCO)					
	7.95	8.08	11.76	9.54	3.81	1.46
*Excentricidad	0.66	0.75	0.79	1.09	0.13	0.34
*Constante de conicidad	0.43	0.56	1.67	1.19	1.24	0.63
Agudeza Visual	Cartilla de Snellen					
	20/1600	20/1600	20/160	20/200		
Queratometrías	Topógrafo Orbscan IIz					
	42.9x2°	42.4x4°	41.4x10°	42.0x173°		
	44.8x92°	44.3x94°	44.9x100°	44.8x83°		
	Topógrafo Portátil (TOCO)					
	42.2x13°	42.01x2°	32.96x16°	37.37x179°	Differences (Δ)	
	44.13x103°	43.79x92°	35.31x106°	39.77x89°	OD	OI
**Paquimetría (mm)	525	520	543	546	18	26

* La constante de conicidad y excentricidad son obtenidas con el Topógrafo TOCO.

**La paquimetría es obtenida con el Topógrafo Orbscan IIz.

Los resultados obtenidos muestran los siguientes parámetros antes de la implementación de la técnica, para ojo derecho: Radio de curvatura $RC_{derecho} = 7.95 \text{ mm}$, excentricidad (e)=0.66, para ojo izquierdo: $RC_{izquierdo} = 8.08 \text{ mm}$, $e=0.75$. Las variaciones de esos parámetros después de la aplicación de la técnica de ortoqueratología fueron: $DRC_{derecha} = + 0.2 \text{ mm}$, $De_d = +0.1$, y $DRC_{izquierda} = + 0.32 \text{ mm}$, $De_i = +0.2$. Las diferencias *pico-valle* en el mapa de elevación cambian de 40 mm a menos de 20 mm después de aplicar el tratamiento. Adicionalmente, se presentan mapas de elevación, los cuales se comparan con evaluaciones realizadas con el topógrafo Orbscan IIz. Finalmente, para complementar la evaluación clínica, se muestran pruebas de agudeza visual medidas con cartilla de Snellen, las cuales fueron realizadas y corroboradas antes y después del tratamiento. El valor de agudeza visual para el paciente antes del tratamiento, sin su corrección, en ambos ojos es de: 20/1600. Mientras que el valor de la agudeza visual después del tratamiento fue de OD= 20/160 y OI= 20/200. Lo cual muestra una clara mejoría en los valores reportados de miopía.

4. DISCUSIÓN

El tratamiento de ortoqueratología aplicado a dos ojos amétropes produce variaciones en el radio de curvatura en la zona central de la superficie corneal, además, es evidente la variación de la excentricidad de la superficie antes y después del tratamiento, así como la mejoría de la agudeza visual reportada por el paciente. Se presentan mapas de elevación pre y post adaptación. Adicionalmente, se mostró la capacidad del topógrafo portátil TOCO para realizar esta evaluación y la versatilidad que tiene para evaluar corneas sometidas a un tratamiento clínico. Cabe mencionar que el efecto causado por las LCGI sobre la superficie corneal para compensar miopía era justamente el objetivo planteado. Por otro lado, se puede notar que mediante el topógrafo Orbscan IIz no son tan sensibles las variaciones locales en parte central de superficie corneal después del tratamiento, una razón posible es el método de evaluación modal que emplea el instrumento, además que el área evaluada es mayor que la evaluada con el topógrafo TOCO.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha mostrado que uso del topógrafo portátil TOCO basado en pantallas nulas para analizar el tratamiento de ortoqueratología. Los resultados obtenidos muestran la obtención de diversos parámetros representativos de la superficie corneal antes y después del tratamiento. Las variaciones de esos parámetros después de la aplicación de la técnica de ortoqueratología fueron en el orden de micras. Adicionalmente, se presentan mapas de elevación que fueron puestos en comparación con evaluaciones realizadas mediante instrumentos gold standard (*Orsbean IIz*) para validar la prueba. El objetivo de este trabajo es mostrar las fortalezas del topógrafo TOCO para realizar evaluaciones de tratamientos clínicos como el tratamiento de Ortoqueratología.

AGRADECIMIENTOS: a DGAPA-UNAM mediante los proyectos PAPIIT (IT103823 y IA106823) y al Laboratorio Nacional de Óptica de la Visión (LaNOV) mediante el proyecto (Apoyo: LNC-2023-121)

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Gullstrand, Allvar (1966). “Photographic-ophthalmometric and clinical investigations of corneal refraction,” *Optometry and Vision Science* 43 (3),143-197, (1966).
- [2] Díaz-Uribe, R., and Campos-García, M., “Null-screen testing of fast convex aspheric surfaces,” *Appl. Opt.* 39, 2670–2677 (2000).
- [3] Estrada-Molina, A. [Portable Corneal Topographer Based on Null Screens], Ph.D. Thesis.
- [4] Rodríguez-Rodríguez, M. I., Jaramillo-Núñez, A. and Díaz-Uribe, R., “Dynamic point shifting with null screen using three LCDs as targets for corneal topography,” *Appl. Opt.*, 54 6698-6710 (2015).
- [5] Rodríguez-Rodríguez, M. I., Jaramillo-Núñez, A., and Díaz-Uribe, R., “Corneal Topography by specular reflection: some challenge and solutions,” *Proc. OSA paper (LTu3A.1)*, (2018).
- [6] Rodríguez-Rodríguez, M. I., Gonzalez-Utrera, D., Aguirre-Aguirre, D., Vohnsen, B. and Díaz-Uribe, R., “Corneal topographer using a null-screen patterned within a quadrangular acrylic prism,” *Optics Continuum*, 3, 36-50 (2024).
- [7] Díaz-Uribe, R., Rodríguez-Rodríguez, M. I., [Portable Apparatus, Method and System for measuring the corneal topography], Mexican Patent 378804 (10 March 2021).
- [8] Klein, S.A. “Corneal topography reconstruction algorithm that avoids the skew ray ambiguity and the skew error,” in *Vision Sciences and Its Applications*, Vol 74, 945-962 (1997).
- [9] Bowling., B. “Kanski: Oftalmología clínica un enfoque sistemático (8va),” Elsevier, España., Octava edición (2016).
- [10] Malacara, D. [Óptica básica], Ediciones Científicas Universitarias, 3ra Ed., México (2015).

- [11] R. Martín-Herranz, G. Vecilla-Antolinez, [Manual de Optometría], 2.a Ed. Médica Panamericana, S. A. Madrid, España, (2018).
- [12] Informe mundial sobre la visión [World report on vision]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; (2020). Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.