



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**ASOCIACIÓN PARA EVITAR LA CEGUERA EN MÉXICO I.A.P**

**Crosslinking (CXL) en pacientes con ectasia post-LASIK. Desenlace clínico a largo plazo.**

## **TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL:  
TÍTULO DE ESPECIALISTA**

**EN:**

**OFTALMOLOGÍA**

**PRESENTA:**

**DR. JUAN PABLO HERRERA ESPINOSA**

**TUTOR DE TESIS**

**DRA. NALLELY RAMOS BETANCOURT**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, Ciudad de México, Agosto 2023**



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.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. ANTECEDENTES</b>	<b>3</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>7</b>
<b>3. OBJETIVO</b>	<b>8</b>
Objetivo primario	
Objetivos secundarios	
<b>4. HIPÓTESIS</b>	<b>8</b>
<b>5. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>8</b>
Diseño del estudio	8
Población del estudio	9
Variables del estudio	9
Tamaño de muestra	12
Método	12
Plan de análisis	12
Aspectos éticos	13
<b>6. RESULTADOS</b>	<b>13</b>
<b>7. DISCUSIÓN</b>	<b>16</b>
<b>8. CONCLUSIÓN</b>	<b>18</b>
<b>9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>18</b>

## 1. ANTECEDENTES

La cirugía Laser in-situ keratomileusis (LASIK) es el procedimiento más comúnmente realizado en la actualidad para corregir alteraciones refractivas como la miopía, la hipermetropía y el astigmatismo.<sup>1</sup> Mediante esta técnica se realiza un colgajo corneal el cual se levanta y se pliega para poder dirigir el tratamiento con láser excimer en el tejido corneal subyacente y posteriormente el colgajo se reposiciona sobre la córnea. Existen dos métodos para realizar el colgajo corneal, utilizando un microqueratomo y más recientemente, con láser de femtosegundo.<sup>2</sup>

El microqueratomo es un instrumento que tiene una cuchilla adherida a una cabeza motorizada, la cual se mueve hacia adelante y hacia atrás en la córnea para crear el colgajo. Por el otro lado, el femtosegundo es un láser controlado por computadora que utiliza pulsos de energía láser ultracortos para crear el colgajo. Este es programado para crear un patrón preciso de burbujas pequeñas en el tejido corneal que separan el colgajo de la córnea subyacente, contando con una mayor precisión y menor riesgo de complicaciones intraoperatorias.<sup>3</sup>

Numerosos estudios han demostrado la seguridad y la eficacia de ambos métodos para la realización de la cirugía LASIK. Una revisión sistemática de 21 estudios aleatorizados encontró que ambas técnicas eran igualmente efectivas en términos de agudeza visual, corrección del error refractivo y la satisfacción del paciente. Sin embargo, el láser de femtosegundo tuvo una menor incidencia de complicaciones, especialmente las asociadas al colgajo y síndrome de ojo seco.<sup>4</sup>

La ectasia post-LASIK es una complicación rara pero con consecuencias severas en la visión que puede ocurrir tras la cirugía LASIK, caracterizado por un adelgazamiento y un aumento de la curvatura corneal progresivos, con la consecuente disminución de la agudeza visual e irregularidad corneal. La incidencia de la ectasia post-LASIK varía en la literatura, encontrándose entre el 0.04% y el 2.3% dependiendo de la población de estudio y los criterios utilizados para el diagnóstico.<sup>5</sup>

Se describen diversos factores asociados a su desarrollo. Entre ellos se incluyen el grosor corneal prequirúrgico, la cama estromal residual, la miopía alta, patrones topográficos

anormales (incluyendo la forma de queratocono frustrado), edad, género masculino y el uso de microqueratomo sobre el láser de femtosegundo. Sin embargo hasta el momento los resultados no han sido significativos y varían en los diferentes estudios realizados. De igual manera, algunos pacientes que desarrollan ectasia no presentan factores de riesgo y existen por el contrario muchos pacientes con factores de riesgo similares a los que desarrollan ectasia que no la desarrollan. Existen casos de ectasia corneal que pudieran tener una predisposición genética en los que el tratamiento con cirugía LASIK puede acelerar la aparición de la ectasia.<sup>6,7</sup>

Se ha reportado que la cirugía refractiva con queratectomía fotorrefractiva (PRK), conlleva un menor riesgo de desarrollar ectasia (Dawson et al). Por otra parte, la técnica SMILE (Small Incision Lenticule Extraction) teóricamente presenta una ventaja biomecánica sobre el LASIK para el riesgo de ectasia ya que se preserva la integridad de la mayor parte del estroma anterior corneal que es responsable predominantemente de mantener la fuerza tensil en la córnea. No obstante, la incidencia de ectasia post-SMILE es similar a la reportada tras cirugía LASIK. De stefano et al\*\* reportaron una reducción de la fuerza tensil corneal anterior en las córneas con queratocono utilizando elastografía por coherencia óptica, por lo que esta teoría del SMILE puede ser irrelevante.<sup>8,16</sup>

No existen criterios validados y estandarizados para la definición de ectasia post-LASIK. Randleman et al., la definen como un aumento de la curvatura inferior por queratometrías de  $\geq 5D$  comparado con los valores basales postquirúrgicos, pérdida de 2 o más líneas de agudeza visual en la cartilla de Snellen y un cambio en la refracción manifiesta de 2D en cilindro o esfera. Padmanhaban et al., proponen el uso de características aberrométricas como parte de los criterios para el diagnóstico de la ectasia post-LASIK como la aberración esférica en el coeficiente de Zernicke, asimismo incluyen como criterios la asfericidad corneal y la elevación posterior máxima.<sup>2,9</sup>

Se han creado algunas escalas para identificar el riesgo de desarrollo de ectasia post-cirugía refractiva. Una de ellas es el Ectasia Risk Score System, que se utiliza comúnmente como herramienta prequirúrgica para el tamizaje de pacientes candidatos a LASIK. Este puntaje incorpora varios factores de riesgo como la edad, el grosor corneal y el grado de miopía. Se clasifican a los pacientes en alto, mediano o bajo riesgo para el desarrollo de ectasia dependiendo del puntaje final y se ha encontrado que puede ayudar a identificar a

los pacientes que pueden beneficiarse de procedimientos refractivos alternativos o a los que se puede modificar el tratamiento para minimizar el riesgo de ectasia. En dicho estudio, el 92% de los casos de ectasia fueron correctamente clasificados como “alto riesgo de ectasia”, mientras que el 6% de los ojos control fueron incorrectamente identificados como “alto riesgo de ectasia”.<sup>15</sup>

Diversos estudios han demostrado que el grosor corneal prequirúrgico, las anomalías topográficas pre-quirúrgicas y la cama estromal residual son los factores de riesgo más significativos para el desarrollo de ectasia post-LASIK. Por esta razón, es crucial un tamizaje de los pacientes con tomografía y paquimetría corneal para identificar a los pacientes con alto riesgo de ectasia post-LASIK. Así mismo, el uso de tecnologías de tamizaje más avanzadas como la histéresis corneal y el análisis biomecánico de la córnea pueden ser de utilidad para identificar a estos pacientes con riesgo alto.<sup>10, 11, 12</sup>

Los cambios asociados a ectasia se han descrito tan tempranos como a la primera semana posterior al procedimiento y hasta varios años después del mismo. Y se han descrito como consecuencia de la inestabilidad biomecánica corneal. A pesar de los múltiples factores de riesgo dilucidados para ectasia y las precauciones tomadas en caso de presentarlos, aún puede llegar a desarrollarse en pacientes sin factor de riesgo conocido.<sup>13, 14</sup>

Para el manejo de esta complicación existen diferentes tratamientos siendo el crosslinking (CXL), las combinaciones de CXL con segmentos intraestromales o PRK para modular y estabilizar la córnea. El uso de lentes de contacto se utiliza más como manejo conservador para mejorar la agudeza visual. En casos severos de ectasia la queratoplastia lamelar o penetrante puede llegar a ser una opción terapéutica.<sup>17</sup>

El CXL utiliza la combinación entre la radiación ultravioleta tipo A y la riboflavina o vitamina B2 como fotosensibilizador para producir especies reactivas de oxígeno que como consecuencia inducen la formación de enlaces covalentes intra- e interfibrilares para detener o limitar la progresión de la ectasia. Su principal objetivo es estabilizar los cambios corneales, se ha descrito además mejoría topográfica (en queratometrías e índices topográficos) y en agudeza visual final. Se ha utilizado por muchos años como tratamiento efectivo para detener o enlentecer la progresión del queratocono y en 2005 se reportó por

primera vez su uso para ectasia posterior a cirugía refractiva y desde entonces se ha probado su efectividad para el tratamiento de la ectasia iatrogénica progresiva.<sup>18, 19</sup>

Li et al, identificaron una mejoría significativa de la agudeza visual mejor corregida (AVMC) y no corregida 12 meses posterior al CXL comparados con los niveles pre-quirúrgicos. Hersh et al, demostraron una mejoría de la AVMC al año del tratamiento pero no de la agudeza visual. Así mismo, diversos estudios han demostrado una disminución de la Kmax y la Km a largo plazo. La refracción cilíndrica y esférica también han demostrado mejoría o estabilidad posterior al tratamiento.<sup>20, 21</sup>

A pesar de ser un procedimiento con poca incidencia de efectos adversos, se han descrito complicaciones como la queratitis, haze corneal, infiltrados estériles, pérdida de células endoteliales, leucomas residuales, falla en el tratamiento y en pacientes con antecedente de herpes, reactivaciones del mismo.<sup>22</sup>

Este estudio pretende dilucidar la respuesta al tratamiento con CXL en pacientes con ectasia post-LASIK y medir la efectividad resultados a largo plazo de esta técnica, valorando su efectividad para limitar o detener la progresión de la ectasia y la mejoría en los valores topográficos, agudeza visual y equivalente esférico.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Pese a que es una complicación cada vez menos frecuente en los pacientes sometidos a cirugía LASIK, la ectasia corneal es una patología que puede llegar a ser incapacitante por su alteración en la visión de los pacientes. Hasta el momento hay tratamientos limitados para manejar esta condición de manera efectiva y el CXL ha probado ser de gran utilidad para detener o limitar la progresión de la ectasia post-LASIK.

Existe poca evidencia de los efectos a largo plazo del CXL en pacientes con ectasia post-LASIK. El evaluar el desenlace de este procedimiento en términos de estabilidad corneal y agudeza visual puede proveer un análisis crucial para la eficacia de esta intervención.

Asimismo ayudará a asentar las bases para optimizar los protocolos de tratamiento y recomendaciones en los pacientes con esta patología.

Hasta donde sabemos, este sería el primer estudio en población mexicana en investigar la eficacia a largo plazo del CXL en pacientes postoperados de cirugía LASIK.

### **3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

Objetivo primario:

- Reportar la tasa de éxito del CXL en pacientes con ectasia post-LASIK a 1 y 2 años de seguimiento.
- Definición operativa de éxito: Estabilidad de la Kmax, definida como un cambio  $<$  a 1D entre topografías con, al menos, 6 meses de diferencia.

Objetivos secundarios:

- Reportar las complicaciones (haze, queratitis infecciosa, defecto epitelial persistente).
- Reportar la magnitud del cambio de las queratometrías máxima, mínima y media, así como los parámetros de cara posterior y Belin a lo largo del tiempo (basal, 1 y 2 años).
- Reportar la magnitud del cambio en el equivalente esférico pre y post-CXL.
- Reportar el cambio en la agudeza visual no corregida y la agudeza visual mejor corregida pre y post CXL.

### **4. HIPÓTESIS**

Hipótesis alterna: El tratamiento con crosslinking genera mejores resultados visuales y estabilidad topográfica en pacientes con ectasia post-LASIK a 1 y 2 años de seguimiento.

Hipótesis nula: El tratamiento con crosslinking no genera mejores resultados visuales y estabilidad topográfica en pacientes con ectasia post-LASIK a 1 y 2 años de seguimiento.

## **5. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **a. DISEÑO DEL ESTUDIO**

- i. Retrospectivo, longitudinal, descriptivo (estudio de cohorte)
- ii. Centro de investigación: Asociación Para Evitar la Ceguera en México, I.A.P, Ciudad de México, México.
- iii. Unidad de observación: Ojo
- iv. Universo: Expedientes de pacientes con ectasia post-LASIK
- v. Método de muestreo: Reclutamiento consecutivo.

### **b. POBLACIÓN DEL ESTUDIO**

- i. Población objetivo: Todos los pacientes con ectasia post-LASIK
- ii. Método de muestreo: Reclutamiento consecutivo.
- iii. Obtención de la población: Se buscarán expedientes de pacientes con diagnóstico de ectasia post-LASIK que hayan sido intervenidos con crosslinking en la base de datos hospitalaria.
- iv. Criterios de inclusión:
  1. Expedientes de pacientes mayores de 18 años postoperados de cirugía LASIK con femtosegundo o microqueratomo.
  2. Que hayan sido intervenidos con crosslinking
  3. Con topografía PENTACAM
  4. Al menos, 2 años de seguimiento posterior al crosslinking
- v. Criterios de exclusión:
  1. Expedientes incompletos
  2. Pacientes con patologías retinianas progresivas.
  3. Pacientes con opacidades corneales.
- vi. Criterios de eliminación:
  1. Que el investigador detenga el estudio.

### **c. VARIABLES DEL ESTUDIO**

#### **i. Variables en estudio.**

Variable(s) principal(es) de desenlace. Estabilidad queratométrica y refractiva (Kmax).

<b>Nombre de la variable</b>	<b>Independiente o Dependiente</b>	<b>Tipo de variable: Nominal /ordinal/ dimensional</b>	<b>Unidad de medición</b>	<b>Instrumento de Medición</b>	<b>Momento de la medición</b>
Edad	Independiente	Cuantitativa continua	Años cumplidos	Expediente clínico	Único
Sexo	Independiente	Nominal dicotómica	Hombre o mujer	Expediente clínico	Único
Ojo	Independiente	Nominal dicotómica	Derecho o izquierdo	Expediente clínico	Único
Lugar de cirugía refractiva	Independiente	Nominal dicotómica	Externo o APEC	Expediente clínico	Único
Mapa topográfico anterior	Independiente	Nominal dicotómica	Irregular o regular	Expediente PENTACAM	Único
Tipo de técnica de LASIK	Independiente	Nominal dicotómica	Microquera tomo o láser de femtosegundo	Expediente clínico	Único
Tiempo desde la cirugía	Independiente	Ordinal	1, 3, 5 años	Expediente clínico	Único
Tipo de crosslinking	Independiente	Nominal	Epi-off, iontoforesis, transepitelial	Expediente clínico	Único
K1	Dependiente	Cuantitativa continua	38, 39, 40...	Expediente PENTACAM	Único
K2	Dependiente	Cuantitativa continua	38, 39, 40...	Expediente PENTACAM	Único

Kmax	Dependiente	Cuantitativa continua	38, 39, 40...	Expediente PENTACAM	Único
Q	Dependiente	Cuantitativa continua	0.01, 0.02, 0.03...	Expediente PENTACAM	Único
Paquimetría	Dependiente	Cuantitativa continua	300, 301, 302 micras...	Expediente PENTACAM	Único
Elevación frontal	Dependiente	Cuantitativa continua	1, 2, 3 micras...	Expediente PENTACAM	Único
Elevación posterior	Dependiente	Cuantitativa continua	+1, +2, +3...	Expediente PENTACAM	Único
Agudeza visual mejor corregida previo al CXL y posterior al CXL	Dependiente	Cuantitativa continua	Escala de agudeza visual en LogMAR. La agudeza visual no numérica será convertida a notación de LogMar de la siguiente manera: Cuenta dedos 2.0; Movimient o de manos 2.3	Expediente clínico	0, 6, 12, 24 meses
Refracción esférica al diagnóstico	Dependiente	Cuantitativa continua	-4,-3,-2,- 1,0,+1,+2 ...	Expediente clínico	0, 6, 12, 24 meses

Refracción cilíndrica al diagnóstico	Dependiente	Cuantitativa continua	-4,-3,-2,- 1,0,+1,+2 ...	Expediente clínico	0, 6, 12, 24 meses
--	-------------	--------------------------	--------------------------------	-----------------------	-----------------------

#### d. TAMAÑO DE LA MUESTRA

Se calculó el tamaño de la muestra mediante una estimación de proporciones:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 PQ}{T^2}$$

Zalfa = 1.96 a dos colas

P = 50%

T = 10%

n= 96 sujetos

#### e. MÉTODO.

- Se buscarán todos los expedientes digitalizados y electrónicos de los pacientes mayores de 18 años con diagnóstico de ectasia post-LASIK desde 2014 hasta Junio 2020 los cuales hayan recibido tratamiento con CXL.
- Para esto se utilizarán las palabras clave de “ectasia”, “LASIK” y “crosslinking” para identificarlos.
- Se recolectarán los datos obtenidos por el PENTACAM y Orbscan entre los cuales se incluyen la K1, K2, Kmax, Q, paquimetría, elevación frontal, elevación posterior y el mapa topográfico anterior, así como las características socio-demográficas de los pacientes como la edad y el sexo. Se recolectará la agudeza visual basal y posterior al tratamiento con CXL así como el tipo de CXL utilizado y el equivalente esférico. Todos estos datos se buscarán al 1° y 2° años posterior al tratamiento con CXL.
- Estos datos se dispondrán y acomodarán inicialmente en una tabla en Excel y posteriormente para su análisis en el programa SPSS statics 25.

#### f. PLAN DE ANÁLISIS

Las variables dimensionales se describirán mediante medidas de tendencia central y dispersión; las categóricas mediante frecuencias y porcentajes. Se reportará la proporción de sujetos con estabilidad queratométrica a lo largo del tiempo. Para conocer si las variaciones queratométricas en los pacientes tratados son significativas a lo largo del tiempo se utilizará la prueba de ANOVA de medidas repetidas. Se considerará significancia estadística si la  $p < 0.05$ .

#### **g. ASPECTOS ÉTICOS**

El presente estudio fue diseñado en apego a los principios de la Declaración de Helsinki y con base a las buenas prácticas clínicas. Se resguardará en todo momento la confidencialidad de los datos sensibles de los expedientes clínicos. Debido a que es una investigación que solamente involucra dichos expedientes y a su naturaleza retrospectiva, no requiere consentimiento informado.

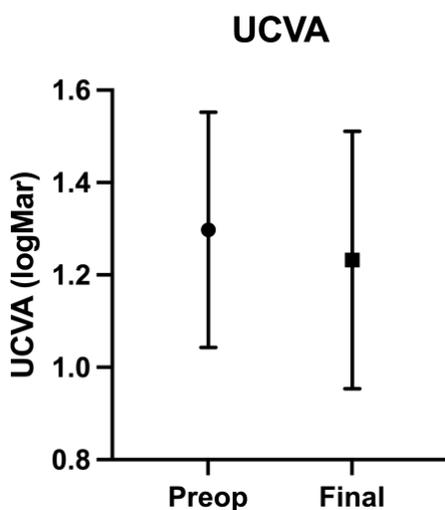
### **6. RESULTADOS**

En el estudio se incluyeron un total de 40 ojos de 26 pacientes desde 2014 hasta junio de 2020. Se estableció una media de edad al diagnóstico de 33.5 años  $\pm$  8.96 (DE) con rango de 18 a 55 años y al momento de la cirugía refractiva de 26.3 años  $\pm$  8.84 (DE) con rango de 19 a 61 años. Se obtuvieron los resultados pre y post CXL de los datos de la refracción de todos los pacientes incluidos la esfera, el cilindro y el eje astigmático, así como la agudeza visual sin corrección (UCVA) y la agudeza visual mejor corregida (BCVA). Además de algunos valores topográficos pre-CXL, al año y a los dos años posterior al tratamiento, representados en las **tablas 1 y 2** respectivamente y en las **figuras 1 a 5**.

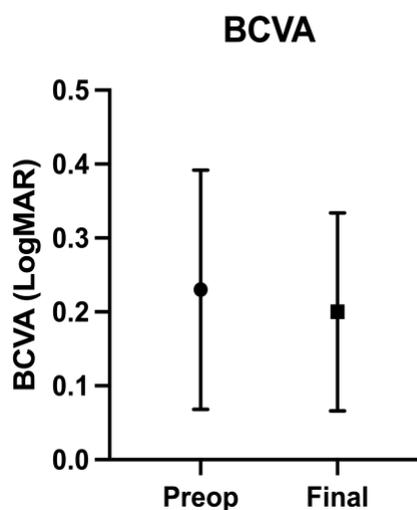
En el primer año post-tratamiento obtuvimos los resultados de 40 ojos mientras que para el segundo año de 23 ya que se perdió seguimiento del resto. En promedio el seguimiento de los pacientes fue de 22 meses. No hubo complicaciones postoperatorias en estos pacientes. Ninguno de los pacientes incluidos en el estudio tuvo progresión de la ectasia durante el seguimiento. Los pacientes recibieron únicamente un tratamiento.

<b>Tabla 1.</b> Cambios refractivos pre y post-CXL.			
	<b>Pre-CXL</b>	<b>Post-CXL</b>	<b>Valor P</b>
<b>UCVA (logMAR)</b>	1.29	1.23	.023
<b>BCVA (logMAR)</b>	.23	.20	.096
UCVA = agudeza visual sin corrección, BCVA = agudeza visual mejor corregida.			

La media de la UCVA pre-CXL fue de 1.29 logMAR y posterior al tratamiento de 1.23 logMAR encontrando una diferencia estadísticamente significativa ( $P = 0.023$ ), mientras que la BCVA fue de 0.23 logMAR pre-CXL y de 0.20 logMAR post-CXL ( $P = 0.096$ ).



**Fig 1.** AV pre y post-CXL.



**Fig 2.** AVMC pre y post-CXL.

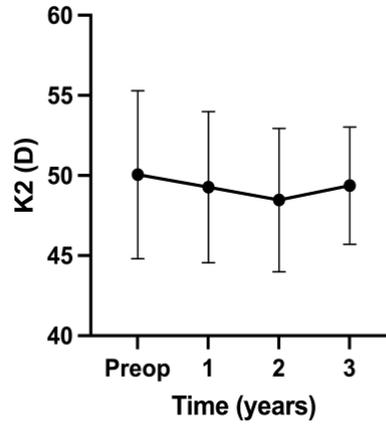
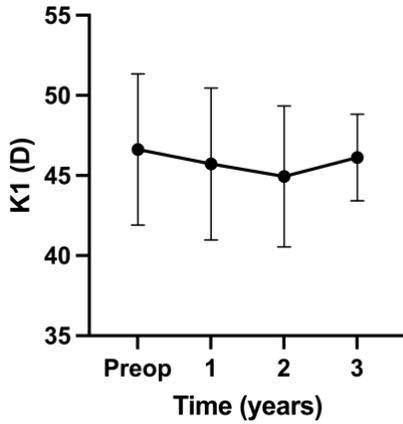
En cuanto a los valores de la esfera y el cilindro hubo un cambio en la media pre y post tratamiento de -6.3D a -5.9D en el primero y de -4.4D y -4.1D en el segundo, ambos con tendencia a la mejoría, sin embargo, sin una diferencia estadísticamente significativa. El eje astigmático no tuvo mucha variación, con un promedio de 84.9° pre-CXL y de 85.5° post-CXL.

Con respecto a los valores topográficos encontrados en el PENTACAM (representados en la tabla 2), se observa una tendencia a la mejoría en las queratometrías (K1, K2 y Kmax) y en la elevación posterior durante los primeros 2 años después del tratamiento, sin embargo la diferencia no fue significativa (valor  $P > 0.5$  en todos ellos). Las paquimetrías se exhiben una variabilidad mínima sin una tendencia específica ( $P = 0.98$ ). En los valores de la asfericidad (Q) y el apex-min paquimétrico no hubo diferencia tampoco.

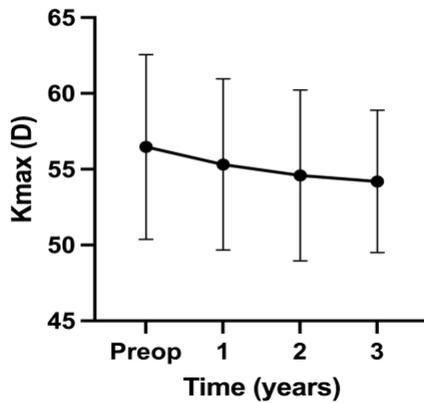
**Tabla 2.** Valores topográficos del PENTACAM pre-CXL y post-CXL (al año y a los 2 años).

	<b>Media pre-CXL (DE, mín-máx) n=40</b>	<b>Media a 1 año (DE, mín-máx) n=40</b>	<b>Media a 2 años (DE, mín-máx) n=23</b>	<b>Valor P</b>
<b>K1 (D)</b>	<b>46.6</b> (4.7, 37.8-58.0)	<b>45.7</b> (4.7, 37.2-56.2)	<b>44.9</b> (4.4, 37.8-53.6)	.677
<b>K2 (D)</b>	<b>50</b> (5.2, 41.7-60.60)	<b>49.3</b> (4.7, 41.9-59.4)	<b>48.5</b> (4.5, 41.9-60)	.717
<b>K max (D)</b>	<b>56.5</b> (6.1, 46.6-68.1)	<b>55.3</b> (5.6, 46.8-65.9)	<b>54.6</b> (5.6, 47.1-67)	.588
<b>Q</b>	<b>-0.69</b> (0.8, -2.53 a 0.63)	<b>-0.56</b> (0.79, -2.28 a 1.14)	<b>-0.4</b> (0.79, -1.96 a 1.59)	.118
<b>Paquimetría (micras)</b>	<b>419</b> (46.7, 345- 544)	<b>417</b> (46.7, 351-550)	<b>421</b> (45.5, 360-531)	.985
<b>Apex-min paq</b>	<b>0.69</b> (0.44, 0.19-2.76)	<b>0.63</b> (0.45, -0.38- 2.36)	<b>0.71</b> (0.56, 0.13-2.56)	.732
<b>Elevación posterior (micras)</b>	<b>62.5</b> (26.5, 4-139)	<b>60.6</b> (28.9, 2-139)	<b>56.7</b> (24.6, 3-99)	.574

K1 = queratometría más plana, K2 = queratometría más curva, K max = queratometría máxima, Q = asfericidad, DE = desviación estándar.



**Fig 3.** Diferencia K1 a lo largo del tiempo **Fig 4.** Diferencia en K1 a lo largo del tiempo.



**Figura 5.** Diferencia en Kmax a lo largo del tiempo.

## 7. DISCUSIÓN

La cirugía LASIK es una de las cirugías más realizadas en México contando con un buen perfil de seguridad. Cada vez es menos frecuente el desarrollo de ectasia posterior al LASIK por los criterios utilizados para su realización y la técnica empleada. El CXL es el tratamiento más utilizado hasta el momento para detener la progresión de la ectasia post-LASIK, en el cual se combinan gotas de riboflavina y la radiación UVA sobre la córnea para inducir nuevos enlaces covalentes entre las fibras de colágeno intraestromales para así lograr una estabilidad biomecánica de la córnea. Es un procedimiento con pocos efectos adversos y aplicable tanto en niños como adultos principalmente utilizado en pacientes con

queratocono. Con este se intenta prevenir una disminución de la calidad visual del paciente y evitar el requerimiento de un trasplante corneal a largo plazo. La primera descripción de su uso para la ectasia post-LASIK se realizó por Kolhaas et al<sup>24</sup>. Desde entonces diversos estudios reportan el éxito de este tratamiento para este tipo de ectasia.

Nuestro hospital es uno de los centros de referencia para padecimientos oftalmológicos más grandes del país, recibiendo un elevado número de pacientes durante todo el año. Por lo mismo es uno de los hospitales en el país que más llega a ver pacientes con ectasia post-LASIK ya sea referidos o que recibieron el tratamiento en el hospital.

La agudeza visual a pesar de no ser uno de los parámetros más importantes para medir la efectividad del tratamiento de la ectasia ya que no es el objetivo principal del tratamiento con CXL, se ha demostrado en estudios previos una mejoría en la BCVA y el equivalente esférico en pacientes con ectasia post-LASIK tratados con CXL (Yildirim et al, Li et al)<sup>17, 21</sup>. Li et al demostraron una mejoría significativa de la AV y la AVMC a los 12 meses del tratamiento comparado con los niveles prequirúrgicos. En nuestro estudio se demostró una mejoría estadísticamente significativa en la agudeza visual, aunque no en la agudeza visual mejor corregida a pesar de que sí presentaban una tendencia a la mejoría. No hubo cambios significativos en el equivalente esférico de los pacientes en el presente estudio, contrario a lo que se observó en el estudio de Li et al.<sup>21</sup>

Los cambios en la BCVA no siempre van de la mano con una mejoría clínica por lo que es menester una evaluación de los cambios observados en la topografía. De igual manera, la topografía es la mejor herramienta que tenemos para el seguimiento de estos pacientes para la detección de los cambios producidos por el tratamiento a corto y largo plazo, lo que nos permitirá medir con precisión la efectividad de los mismos y sus posibles complicaciones.

Se puede evidenciar en este estudio, en concordancia con varios estudios previos (Vinciguerra et al),<sup>19</sup> que el CXL logra mantener y hasta reducir los cambios que aparecen en la ectasia posterior a la cirugía LASIK. Los pacientes tenían una tendencia a la reducción de los valores queratométricos aunque no estadísticamente significativa. Tomando en

cuenta dichos cambios, valdría la pena evaluar posteriormente otros índices relacionados con la ectasia y las aberraciones de alto orden que en otros estudios como lo realizado por Greenstein et al<sup>23</sup> quienes observaron una mejoría de estas aberraciones. De igual forma, se podrían evaluar los diferentes tipos de CXL y se existe alguna diferencia en el desenlace clínico entre ellos.

El presente estudio tiene algunas limitaciones. Al ser un estudio retrospectivo limita el control del diseño del estudio y la recolección de datos. Asimismo, no se hizo un contraste con un grupo control para poder realizar una comparación entre los ojos a los que se les da el tratamiento y los que no. Se pueden establecer asociaciones pero no una causalidad. A pesar de ser una serie de pacientes que podría parecer limitada en número, esta es una de las revisiones en la cual se han incluido a más pacientes desde que se utilizó el CXL por primera vez para tratar la ectasia post-LASIK.

## **8. CONCLUSIÓN**

El CXL es un procedimiento útil para evitar la progresión de la ectasia corneal en pacientes postoperados de cirugía LASIK aunque no se excluye la posibilidad de volver a desarrollar la ectasia con el tiempo. De igual manera parece tener un efecto positivo en la agudeza visual de los pacientes y una tendencia a mejorar los valores queratométricos en la topografía con el tiempo a 1 y 2 años, aunque sin evidencia estadísticamente significativa. No se evidenciaron complicaciones con el procedimiento.

Se necesitan estudios prospectivos y con un grupo control para valorar de manera más detallada estos hallazgos a largo plazo. No obstante, es complicado de realizar debido a que con las nuevas técnicas de tamizaje para el desarrollo de ectasia en pacientes que se someterán a LASIK y con el advenimiento de nuevas tecnologías será cada vez menos frecuente esta patología. En el futuro también sería interesante medir las diferencias entre los tipos de CXL para valorar su efectividad.

## **9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 1) Chan CC, Boxer Wachler BS. Corneal ectasia and refractive surgery. *Int Ophthalmol Clin.* 2006 Summer;46(3):13-25. doi: 10.1097/00004397-200604630-00004. PMID: 16929222
- 2) Randleman JB, Woodward M, Lynn MJ, Stulting RD. Risk assessment for ectasia after corneal refractive surgery. *Ophthalmology* 2008; 115: 37–50.
- 3) Dawson DG, Grossniklaus HE, McCarey BE, Edelhauser HF. Biomechanica and wound healing characteristics of corneas after excimer laser keratorefractive surgery: is there a difference between advanced surface ablation and sub-Bowman's keratomileusis? *J Refract Surg* 2008; 24:S90 – S96
- 4) Spadea L, Cantera E, Cortes M, Conocchia NE, Stewart CW. Corneal ectasia after myopic laser in situ keratomileusis: a long-term study. *Clin Ophthalmol.* 2012;6:1801-13. doi: 10.2147/OPTH.S37249. Epub 2012 Nov 2. PMID: 23152659; PMCID: PMC3497457.
- 5) Ambrósio R Jr. Post-LASIK Ectasia: Twenty Years of a Conundrum. *Semin Ophthalmol.* 2019;34(2):66-68. doi: 10.1080/08820538.2019.1569075. Epub 2019 Jan 21. PMID: 30664391.
- 6) Moshirfar M, Tukan AN, Bundogji N, Liu HY, McCabe SE, Ronquillo YC, Hoopes PC. Ectasia After Corneal Refractive Surgery: A Systematic Review. *Ophthalmol Ther.* 2021 Dec;10(4):753-776. doi: 10.1007/s40123-021-00383-w. Epub 2021 Aug 20. PMID: 34417707; PMCID: PMC8589911.
- 7) Binder PS. Analysis of ectasia after laser in situ keratomileusis: risk factors. *J Cataract Refract Surg.* 2007 Sep;33(9):1530-8. doi: 10.1016/j.jcrs.2007.04.043. PMID: 17720066.
- 8) Santhiago MR, Giacomini NT, Smadja D, Bechara SJ. Ectasia risk factors in refractive surgery. *Clin Ophthalmol.* 2016 Apr 20;10:713-20. doi: 10.2147/OPTH.S51313. PMID: 27143849; PMCID: PMC4844427.
- 9) Tatar MG, Aylin Kantarci F, Yildirim A, Uslu H, Colak HN, Goker H, Gurler B. Risk Factors in Post-LASIK Corneal Ectasia. *J Ophthalmol.* 2014;2014:204191. doi: 10.1155/2014/204191. Epub 2014 Jun 3. PMID: 25002971; PMCID: PMC4065729.
- 10) Bohac M, Koncarevic M, Pasalic A, Biscevic A, Merlak M, Gabric N, Patel S. Incidence and Clinical Characteristics of Post LASIK Ectasia: A Review of over 30,000 LASIK Cases. *Semin Ophthalmol.* 2018;33(7-8):869-877. doi: 10.1080/08820538.2018.1539183. Epub 2018 Oct 25. PMID: 30359155.
- 11) Chua D, Htoon HM, Lim L, Chan CM, Mehta JS, Tan DTH, Rosman M. Eighteen-year prospective audit of LASIK outcomes for myopia in 53 731 eyes. *Br J Ophthalmol.* 2019 Sep;103(9):1228-1234. doi: 10.1136/bjophthalmol-2018-312587. Epub 2018 Oct 24. PMID: 30355717.
- 12) Ambrósio R Jr, Randleman JB. Screening for ectasia risk: what are we screening for and how should we screen for it? *J Refract Surg.* 2013 Apr;29(4):230-2. doi: 10.3928/1081597X-20130318-01. PMID: 23557219.
- 13) Padmanabhan P, Rachapalle Reddi S, Sivakumar PD. Topographic, Tomographic, and Aberrometric Characteristics of Post-LASIK Ectasia. *Optom Vis Sci.* 2016 Nov;93(11):1364-1370. doi: 10.1097/OPX.0000000000000922. PMID: 27391537.
- 14) Randleman JB. Ectasia After SMILE, Revisited. *J Refract Surg.* 2021 Dec;37(12):798-799. doi: 10.3928/1081597X-20211025-01. Epub 2021 Dec 1. PMID: 34914561.
- 15) Randleman JB, Trattler WB, Stulting RD. Validation of the Ectasia Risk Score System for preoperative laser in situ keratomileusis screening. *Am J Ophthalmol.* 2008 May;145(5):813-8. doi: 10.1016/j.ajo.2007.12.033. Epub 2008 Mar 10. PMID: 18328998; PMCID: PMC3748728.

- 16) Brar S, Roopashree CR, Ganesh S. Incidence of Ectasia After SMILE From a High-Volume Refractive Surgery Center in India. *J Refract Surg.* 2021 Dec;37(12):800-808. doi: 10.3928/1081597X-20210812-03. Epub 2021 Dec 1. PMID: 34914554.
- 17) Yildirim A, Cakir H, Kara N, Uslu H, Gurler B, Ozgurhan EB, Colak HN. Corneal collagen crosslinking for ectasia after laser in situ keratomileusis: long-term results. *J Cataract Refract Surg.* 2014 Oct;40(10):1591-6. doi: 10.1016/j.jcrs.2014.01.042. Epub 2014 Aug 28. PMID: 25176049.
- 18) Tong JY, Viswanathan D, Hodge C, Sutton G, Chan C, Males JJ. Corneal Collagen Crosslinking for Post-LASIK Ectasia: An Australian Study. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila).* 2017 May-Jun;6(3):228-232. doi: 10.22608/APO.2016197. Epub 2017 Mar 29. PMID: 28379654.
- 19) Vinciguerra P, Camesasca FI, Albe E, Trazza S. Corneal collagen cross-linking for ectasia after excimer laser refractive surgery: 1-year results. *J Refract Surg* 2010; 26:486–497
- 20) Koller T, Iseli HP, Hafezi F, Vinciguerra P, Seiler T. Scheimpflug imaging of corneas after collagen cross-linking. *Cornea* 2009; 28:510–515
- 21) Li G, Fan Z-J, Peng X-J. Corneal collagen crosslinking for corneal ectasia of post-LASIK: one-year results. *Int J Ophthalmol* 2012; 5:190–195. Available at: [http://www.ijo.cn/gjyken/ch/reader/create\\_pdf.aspx?file\\_noZ201202015&year\\_idZ2012&quarter\\_idZ2&falgZ1](http://www.ijo.cn/gjyken/ch/reader/create_pdf.aspx?file_noZ201202015&year_idZ2012&quarter_idZ2&falgZ1).
- 22) Koller T, Mrochen M, Seiler T. Complication and failure rates after corneal crosslinking. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35:1358–1362
- 23) Greenstein SA, Fry KL, Bhatt J, Hersh PS. Natural history of corneal haze after collagen crosslinking for keratoconus and corneal ectasia: Scheimpflug and biomicroscopic analysis. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36:2105–2114
- 24) Kohlhaas M, Spoerl E, Speck A, Schilde T, Sandner D, Pillunat LE. Eine neue Behandlung der Keratektasie nach LASIK durch Kollagenvernetzung mit Riboflavin/UVA-Licht [A new treatment of keratectasia after LASIK by using collagen with riboflavin/UVA light cross-linking]. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 2005; 222:430–436