

1-1-2016

## **Cambios corneales y refractivos posteriores a crosslinking acelerado con luz uva y riboflavina**

Juan Diego Sánchez Villamarín  
*Universidad de La Salle*

Andrés Felipe Ossa Astaiza  
*Universidad de La Salle*

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/optometria>

---

### **Citación recomendada**

Sánchez Villamarín, J. D., & Ossa Astaiza, A. F. (2016). Cambios corneales y refractivos posteriores a crosslinking acelerado con luz uva y riboflavina. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/optometria/112>

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias de la Salud at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Optometría by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

**CAMBIOS CORNEALES Y REFRACTIVOS POSTERIORES A  
CROSSLINKING ACELERADO CON LUZ UVA Y RIBOFLAVINA**

**AUTORES**

**JUAN DIEGO SÁNCHEZ VILLAMARÍN  
ANDRÉS FELIPE OSSA ASTAIZA**

**TUTOR**

**ROSARIO VIDAL OLARTE**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO A LA FACULTAD DE CIENCIAS DE  
LA SALUD**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE**

**BOGOTÁ, 5/09/2016**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

**DIRECTORA**

---

**JURADOS**

---

---

## **DEDICATORIA**

Queremos dedicar este trabajo investigativo a Dios por habernos permitido llegar hasta éste punto, habernos dado salud, sabiduría y perseverancia para lograr nuestros objetivos; por haber puesto en nuestro camino a aquellas personas que han sido soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A nuestros padres y nuestras familias, quienes nos han brindado su apoyo y han estado incondicionalmente desde el momento que decidimos iniciar nuestra vida universitaria. A nuestros amigos y personas más cercanas con las que compartimos momentos inolvidables, que se hicieron presentes de una u otra manera para poder culminar este gratificante punto de partida hacia nuestro futuro profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

A todas las personas con las cuales tuvimos el honor de compartir esta experiencia, a los doctores y maestros de la Universidad que nos guiaron y nos transmitieron todo su conocimiento, que nos brindaron su amistad y que nos corrigieron en el momento oportuno para llegar hoy hasta éste punto.

A la Universidad de la Salle y al programa de Optometría por darnos la oportunidad de realizar este proyecto y por el conocimiento brindado durante nuestros años estudiantiles.

De manera muy especial a la Dra. Rosario Vidal por su paciencia, amabilidad, compromiso y por guiarnos para la realización de ésta investigación; a la Dra Claudia Bonilla por sus aportes y recomendaciones; a Teresita y a la clínica Dr. Rincón por darnos la confianza y brindarnos los recursos para la culminación de este estudio.

## TABLA DE CONTENIDO

1	Resumen.....	9
2	Introducción.....	10
3	Objetivos.....	11
4	Marco Teórico.....	12
4.1	Marco contextual.....	12
4.1.1	Epidemiología.....	12
4.2	Marco conceptual.....	13
4.2.1	La Córnea.....	13
4.2.2	Ectasias corneales.....	15
4.2.2.1	Queratocono.....	15
4.2.2.1.1	Clasificación de queratocono.....	16
4.2.2.2	Queratoglobo.....	17
4.2.2.3	Degeneración marginal pelúcida.....	18
4.2.2.4	Degeneración Marginal de Terrien.....	18
4.2.3	Exámenes de diagnóstico.....	19
4.2.3.1	Topografía corneal.....	19
4.2.3.2	Tomografía.....	20
4.2.3.3	Paquimetría.....	21
4.2.4	Tratamiento para ectasias corneales.....	21
4.2.4.1	Corrección óptica.....	21
4.2.4.2	Corrección quirúrgica.....	22
4.2.4.2.1	Crosslinking corneal como tratamiento para queratocono.....	22
4.2.4.2.1.1	Crosslinking estándar.....	23
4.2.4.2.1.2	Crosslinking transepitelial.....	24
4.2.4.2.1.3	Crosslinking acelerado.....	24
4.2.4.2.2	Anillos intraestromales.....	25
4.2.4.2.3	Trasplante de córnea.....	25
5	Materiales y métodos.....	26
5.1	Tipo de estudio.....	26
5.2	Población universo.....	26
5.3	Muestra poblacional.....	26
5.4	Aspectos Éticos.....	26
5.5	Criterios.....	27
5.5.1	Criterios de inclusión.....	27
5.5.2	Criterios de exclusión.....	27
5.6	Variables del Estudio.....	27
5.7	Equipos.....	28
5.8	Clasificación Defecto refractivo.....	28
5.9	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
5.9.1	Base de datos.....	29

5.9.2 Historia Clínica.....	29
6 Resultados.....	30
7 Discusión.....	44
8 Conclusiones.....	47
9 Glosario.....	48
10 Recomendaciones.....	49
11 Referencias bibliográficas.....	50
12 Anexos.....	55

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Algunos estudios Epidemiológicos de Queratocono a nivel mundial.....	<b>13</b>
<b>Tabla 2.</b> Clasificación del queratocono.....	<b>16</b>
<b>Tabla 3.</b> Categorías de acuerdo a los valores establecidos por Belin en los mapas de elevación para la esfera de mejor ajuste.....	<b>20</b>
<b>Tabla 4.</b> Variables.....	<b>27</b>
<b>Tabla 5.</b> Pruebas de normalidad Queratometría.....	<b>29</b>
<b>Tabla 6.</b> Pruebas de normalidad paquimetría .....	<b>30</b>
<b>Tabla 7.</b> Pruebas de normalidad elevación .....	<b>30</b>
<b>Tabla 8.</b> Tabla de porcentajes clasificación de queratocono según Amsler-Krumeich.....	<b>31</b>
<b>Tabla 9.</b> Estadísticos descriptivos k1.....	<b>32</b>
<b>Tabla 10.</b> Estadísticos descriptivos k2.....	<b>33</b>
<b>Tabla 11.</b> Estadísticos descriptivos km.....	<b>34</b>
<b>Tabla 12.</b> Estadísticos descriptivos paquimetría.....	<b>40</b>
<b>Tabla 13.</b> Estadísticos descriptivos paquimetría.....	<b>41</b>
<b>Tabla 14.</b> Estadísticos descriptivos elevación anterior.....	<b>42</b>
<b>Tabla 15.</b> Estadísticos descriptivos elevación posterior.....	<b>43</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Representación esquemática de la córnea con sus capas.....	14
<b>Figura 2.</b> Representación esquemática del queratocono.....	16
<b>Figura 3.</b> Representación esquemática del queratoglobos.....	17
<b>Figura 4.</b> Representación esquemática de la degeneración Marginal pelúcida.....	17
<b>Figura 5.</b> Valores promedio en el preoperatorio, al 3 mes, 6to mes y a los 12 meses.....	29
<b>Figura 6.</b> k2 en Dioptrías para antes y los tres tiempos postoperatorios.....	31
<b>Figura 7.</b> Km en Dioptrías para antes, 3, 6 y 12 meses postoperatorios.....	32
<b>Figura 8.</b> Estado refractivo antes de la cirugía.....	33
<b>Figura 9.</b> Estado refractivo a los 3 meses de cirugía.....	34
<b>Figura 10.</b> Estado refractivo a los 6 meses de cirugía.....	35
<b>Figura 11.</b> Estado refractivo a los 12 meses de cirugía.....	36
<b>Figura 12.</b> Estado refractivo para antes y después del procedimiento quirúrgico a los 3, 6 y 12 meses.....	37

## RESUMEN

El queratocono es una enfermedad degenerativa no inflamatoria donde la córnea se adelgaza progresivamente produciendo un astigmatismo irregular. Una de las técnicas recientes para su control hace más de 10 años, es el crosslinking corneal que utiliza la rivoftavina y la luz ultravioleta; fue propuesto como un enfoque terapéutico para mejorar las propiedades bioquímicas y biomecánicas de la córnea. **OBJETIVO:** Analizar los cambios corneales y refractivos mediante un estudio retrospectivo en pacientes intervenidos con crosslinking acelerado, diagnosticados con ectasia corneal primaria. **MATERIALES Y MÉTODOS:** Estudio observacional analítico. Se analizaron las historias clínicas de pacientes operados de crosslinking acelerado desde junio 2013 hasta mayo de 2015 en el Centro Ocular Dr. Rincón, diagnosticados previamente con queratocono grado I, II, III de género femenino o masculino que cumplan con los criterios de inclusión. **RESULTADOS:** El crosslinking acelerado es una de las alternativas más eficaces para el tratamiento del queratocono, ya que permite detener o ralentizar la progresión de esta patología, así como evitar llegar a tratamientos más complicados como la queratoplastia. Para K2 mostró valores promedios en el preoperatorio de  $47,889 \text{ D} \pm 3,88$  y para los tres meses fue de  $47,98 \text{ D} \pm 3,95$ ; para los seis meses fue de  $47,85 \text{ D} \pm 3,84$  y para los 12 meses fue de  $46,49 \text{ D} \pm 8,13$ . La variable K2 tiene una tendencia a los 12 meses después de la cirugía hacia un aplanamiento en promedio de 1.00 dpt con respecto a la medida prequirúrgica, lo que se correlaciona en los datos encontrados por Koller et al donde en sus resultados reportan un aplanamiento de 1 dpt posterior al procedimiento. Las otras variables estudiadas en el estudio no presentaron cambios estadísticos significativos. **CONCLUSIONES:** El principal cambio encontrado en ésta investigación fue en la variable k2, lo que se correlaciona con estudios mencionados en la discusión donde se muestra un aplanamiento de la queratometría máxima K2. El crosslinking es una alternativa eficaz que se ha venido implementando desde la última década, está orientado a detener y/o ralentizar la progresión de la ectasia corneal y así mismo en algunos casos generar un aplanamiento en la curvatura máxima de la córnea que puede dar a lugar a la mejoría en la agudeza visual y cambio del estado refractivo.

**Palabras claves:** queratocono, crosslinking, riboflavina, ectasia corneal, paquimetría, tomografía.

## 2. INTRODUCCIÓN

El queratocono es una enfermedad degenerativa no inflamatoria donde la córnea se adelgaza progresivamente produciendo un astigmatismo irregular. Hay diferentes tipos de ectasias corneales, entre ellas la degeneración marginal pelúcida, el queratoglobo, la degeneración marginal de terrien y (otras alteraciones no inflamatorias corneales) que aparecen de forma natural, y en la mayoría de los casos también se produce un adelgazamiento corneal en un área determinada.<sup>{1}</sup>.

Existen factores de riesgo que tienen una incidencia en el desarrollo de la misma, por ello es importante tener en cuenta antecedentes familiares y personales, la presencia del frote constante de los ojos, la alergia ocular además de enfermedades del tejido conectivo. Otros componentes genéticos como el gen VXSX1 y el Síndrome de Down están implicados en la participación de ésta enfermedad y en su desarrollo.<sup>{2}</sup>.

Los pacientes con la patología, refieren síntomas que incluyen: disminución de la visión tanto de lejos como de cerca aun corregidos, distorsión, deslumbramiento e imágenes fantasmas. Su pronta detección permite mejorar el estado visual y en casos de procesos avanzados existen alternativas quirúrgicas para incrementar su agudeza visual, realizar una correcta adaptación de lentes de contacto mejorando su tolerancia de tal manera que se pueda reintegrar el paciente a sus actividades.

La aplicación de exámenes cotidianos, como la queratometría y la paquimetría, además de aquellos especiales como la topografía corneal y la tomografía, correlacionándolo con los signos y síntomas clínicos es de gran ayuda para conocer el estado visual y ocular del paciente actual.<sup>{3}</sup>.

Su diagnóstico temprano es fundamental para evitar las complicaciones a largo plazo ya que con su progresión hacia el adelgazamiento corneal, la ectasia puede llevar a la opción de tratamiento más radical para restaurar la visión, que es la queratoplastia.<sup>{4}</sup>.

El procedimiento quirúrgico disponible está orientado a regular la forma de la córnea o a reemplazarla por una córnea donante sana en su totalidad o en su mayor parte, sin modificar el deterioro de ésta. Por ello una alternativa eficaz que se ha venido desarrollando ha sido el crosslinking (CXL) con irradiación de luz ultravioleta-A (UVA). Se propone como un tratamiento para el queratocono que evita su progresión y mantiene la biomecánica de la córnea.<sup>{5}</sup>.

El crosslinking acelerado se ha convertido en una alternativa muy buena que se ha implementado de manera significativa y rápida.<sup>{6}</sup> Una vez aplicado éste procedimiento, su intención no es mejorar la visión del paciente ya que seguirá utilizando anteojos o lentes de contacto, sino que su enfoque terapéutico está orientado a lograr endurecer y reforzar las fibras de colágeno de la córnea otorgándole mayor rigidez. También se puede combinar con otras técnicas quirúrgicas como la intervención con láser o anillos intraestromales para mejorar la calidad de visión.<sup>{7}</sup> Estudios corroboran que el crosslinking acelerado detiene la progresión de la ectasia, además de ser una alternativa no invasiva; disminuye la curvatura e incrementa la rigidez corneal mejorando las propiedades biomecánicas y ópticas de la misma.<sup>{8}</sup>

Ésta investigación pretende evidenciar los principales cambios en la estructura corneal y en el estado refractivo en pacientes en los cuales se realizó crosslinking corneal acelerado, como tratamiento para las ectasias tipo queratocono, además de identificar las diferentes modificaciones en la estructura corneal teniendo en cuenta los resultados de las variables analizadas mediante los exámenes clínicos ejecutados.

Los resultados encontrados en este estudio, permitirán la actualización de datos y ser una base para el análisis de futuras investigaciones como herramienta de prevención y detección de la patología.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General**

Analizar los cambios corneales y refractivos mediante un estudio retrospectivo observacional en pacientes intervenidos con crosslinking acelerado, diagnosticados con ectasia corneal tipo I, II, III.

#### **3.2 Objetivos Específicos:**

- Identificar los principales cambios en la curvatura K1, K2 antes, al tercer mes, a los 6 y a los 12 meses de tratamiento después de la intervención de crosslinking acelerado mediante los reportes de exámenes especiales como el Pentacam, para compararlos.
- Evaluar el estado refractivo antes y después del procedimiento en los tiempos establecidos.
- Determinar la paquimetría (ápex y posición más delgada) antes y después del procedimiento en los tiempos establecidos.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 MARCO CONTEXTUAL

#### 4.1.1 Epidemiología general

El queratocono, es un trastorno conocido desde hace más de 200 años, descrito por primera vez y en forma adecuada por Nottingham en 1854. Constituye una de las distrofias corneales de etiología no precisada, caracterizada por una ectasia no inflamatoria y vascular de la córnea en su parte axial. Se manifiesta en la adolescencia y en adultos jóvenes dando lugar a un adelgazamiento del estroma central o paracentral, protrusión apical y considerable disminución de la agudeza visual a causa del desarrollo de un astigmatismo miópico irregular. Entre las asociaciones oculares se incluyen la conjuntivitis vernal, la amaurosis congénita de Leber, la retinitis pigmentaria, la esclera azul, la aniridia y la ectopia lentis. También se ha sugerido como factor causante de queratocono el frotamiento constante de los ojos. <sup>{4}</sup>.

La mayoría de los pacientes que padecen la patología están entre los 10 y los 20 años de edad (65%). <sup>{2}</sup>. Una investigación epidemiológica sobre queratocono en Cuba reveló mayor incidencia en el sexo femenino (66%) y en pacientes de piel blanca (83%). Mientras en otros países se cuenta con estadísticas epidemiológicas de esta enfermedad, en Colombia no existe evidencia, ni registros epidemiológicos reconocidos que den cuenta de la verdadera dimensión del problema. Sin embargo, entre los profesionales de la salud visual oftalmólogos y optómetras, se demuestra un incremento importante de la frecuencia de casos diagnosticados en consulta. <sup>{9}</sup>.

A nivel mundial se encuentran diversos estudios epidemiológicos que dan cuenta del aumento de la enfermedad (tabla 1). Según dice Gokhale en 2013, se ha estimado que la incidencia mundial en la población general de esta enfermedad está en razón 5 - 23 por cada 10000 habitantes, y la prevalencia en la población está 5,4 por 10000. Estas cifras difieren en varias partes del mundo, por ejemplo, en Rusia la prevalencia es de 0.0003% mientras que en India varía a un 2.3%, por lo cual posiblemente este asociado a las condiciones climáticas. <sup>{10}</sup>. También hay una mayor frecuencia entre la segunda y tercera década de vida. En una investigación realizada en el Reino Unido se evidenció que hay una incidencia de 7.5 mayor en asiáticos, comparada con caucásicos, esto se debe en mayor medida a relaciones de consanguinidad o herencia genética. <sup>{11}</sup>.

Tabla 1. Algunos estudios Epidemiológico de Queratocono a nivel mundial. {11}.

<b>Autor</b>	<b>Lugar</b>	<b>Edad (años)</b>	<b>Tamaño muestra</b>	<b>Incidencia</b>	<b>Prevalencia</b>	<b>Localización</b>
Hofsteber	Indianapolis, USA	1-79	13395		600/100.000	Population
Tanabe	Muroran, Japan	10-60	2601-P		9/100.000	Hospital
Kennedy	Minnesota, USA	12-77	64-P	20/100.000	54.5/100.000	Hospital
Thalainen	Finland	15-70	294-P	1.5/100.000	30/100.000	Hospital
Santiago	France	18-22	670		1190/100.000	Army recruits
Goskova	Urals, Russia				0.2-0.4/100.000	Hospital
Pearson	Midiands, UK	10-44	382-P	4.5/100.000-W 19.6/100.000-A	57/100.000 229/100.000	Hospital
Ota	Tokyo, Japan		325-P	9/100.000		Hospital
Georgiou	Yorkshire, UK		74-P	3.3/100.000-W 25/100.000-A		Hospital
Asir	Asir, Saudi Arabia	8-28	125-P	20/100.000		Hospital
Nielsen	Denmark		772-P	1.3/100.000	86/100.000	Hospital
Ljubic	Skope, Macedonia		2254		6.8/100.000	Contact lens clinic
Jonas	Maharashtra, india	>30	4667		2300/100.000	Population
Millodot	Jerusalem, Israel	18-54	981		2340/100.000	College student population

A= Asiático; W=Blanco; P= Paciente.

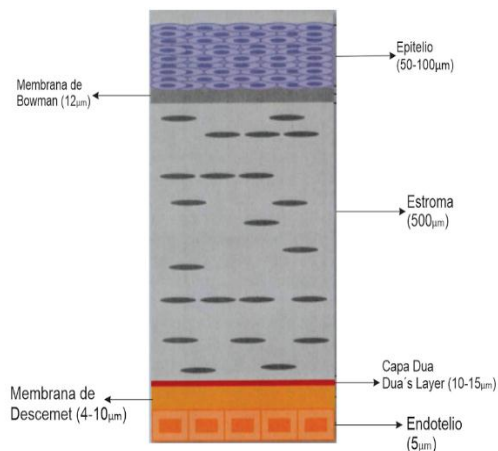
## 4.2 Marco conceptual

### 4.2.1 La Córnea

La córnea es la estructura más externa y transparente del ojo, hace parte del globo ocular, es tejido avascular, rodeado por fluidos; anteriormente por la película lagrimal y en la parte posterior por el humor acuoso.

Tiene el mayor poder refractivo del ojo humano con 43 dioptrías en promedio y una forma ovalada esférica. Hacia su periferia se transforma progresivamente en la esclera, separada en su zona de transición por el limbo esclerocorneal. {12}.

**Figura 1.** Representación esquemática de la córnea.<sup>{13}</sup> Capas de la Córnea.  
Fuente: Tomado de More Details on Dua's Layer of the Cornea.<sup>{14}</sup>



Está formada estructuralmente por seis capas; 1. Epitelio. 2. Membrana de Bowman. 3. Estroma. 4. Membrana de Descemet. 5. Endotelio.<sup>{15}</sup> Recientemente se ha descubierto una sexta capa llamada duas's Layer en honor a su descubridor, Harminder S. Dua, MD, PhD, profesor de oftalmología y ciencias visuales de la Universidad de Nottingham.<sup>{14}</sup> (Ver figura 1). El funcionamiento correcto de estas capas está determinada por la bioquímica y biomecánica de la córnea evitando alteraciones de la visión.<sup>{15}</sup>

El epitelio corneal cumple diferentes funciones, una de ellas es la protección de la córnea frente a eventos externos, transparencia, poder refractivo, barrera contra microorganismos y estabilizador de la película lagrimal. La capa de células epiteliales tiene un espesor uniforme alrededor de  $51\mu\text{m}$  desde su cara más anterior hasta el límite con la membrana basal de  $60$  a  $65\text{ nm}$  de espesor.

La membrana de Bowman es una capa transparente de aproximadamente  $12$ - $17\mu\text{m}$  de espesor, compuesta por colágeno tipo I, VII, que permite la adherencia a la membrana basal epitelial.

El estroma constituye el 90% de la córnea, está compuesto por fibras de colágeno, queratocitos y matriz, tiene un espesor de  $500$  micras.

La capa de Dua es un revestimiento duro, bien definido, con un espesor alrededor  $10$  a  $15\mu\text{m}$ , intercalada entre el estroma de la córnea y la membrana de Descemet (DM).<sup>{10}</sup> según el Dr. Dua esta capa ayuda a mantener el ojo más fuerte.

La membrana de Descemet, es la membrana basal del endotelio, tiene un espesor alrededor de  $10\mu\text{m}$ . Se desprende del estroma con facilidad, y se puede regenerar con rapidez tras una lesión a diferencia de la de Bowman.

El endotelio está compuesto por una capa única de células escamosas, de  $5\mu\text{m}$  de espesor. Su función principal es regular el fluido que entra a la córnea desde la cámara anterior y mantener la transparencia de ésta.<sup>{12}</sup>

La córnea cumple varias funciones principalmente, una de ellas es que transmite el 90% de la luz del espectro visible, mediante la refracción puede ayudar a la focalización del fondo de ojo, además de proteger las estructuras intraoculares y permitir el paso de la luz. <sup>{12}</sup>.

#### **4.2.2 Ectasias corneales.**

Las propiedades mecánicas de un tejido dependen de la organización correcta de las fibras, células y sustancias fundamentales de la estructura. Cuando estas se ven alteradas pueden generar patologías en la córnea que disminuyan la visión como las ectasias tipo queratocono, queratoglobo, y degeneración marginal pelúcida. <sup>{16}</sup>.

Suelen suceder cuando la córnea presenta un adelgazamiento progresivo y una protrusión que llega a un aumento descontrolado de la curvatura corneal, generalmente ocurre de manera asimétrica y produce un astigmatismo irregular, estrías de Vogt, mala visión, incluso llegar a trasplante de córnea en su etapa más avanzada. <sup>{13}</sup>.

##### **4.2.2.1 Queratocono**

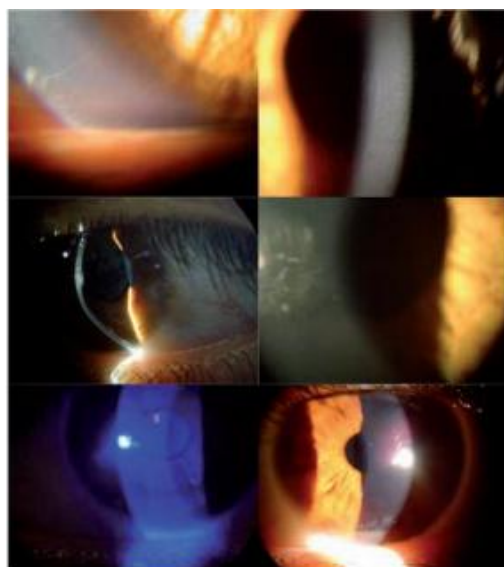
Es una patología degenerativa generalmente bilateral, asimétrica, no inflamatoria de los queratocitos, lleva a un adelgazamiento y aumento de las curvaturas corneales anterior y posterior. Es una alteración genética autosómica dominante, con penetración completa, y expresión altamente variable; se confirmó un papel importante desempeñado por el gen VSX1 en una proporción significativa de pacientes afectados por queratocono. Sin embargo, la ausencia de mutaciones patógenas en el gen VSX1, en un gran número de pacientes no relacionados con queratocono, indica que otros factores genéticos y ambientales están involucrados en el desarrollo de éste trastorno. <sup>{2}</sup>.

En los pacientes con queratocono, se han encontrado fibras nerviosas adelgazadas en el estroma y reducción en la densidad nerviosa e hipoestesia corneal comparados con pacientes con córneas normales.

Histológicamente se han documentado cambios en la estructura y organización del colágeno y de la matriz celular, así como apoptosis y necrosis de los queratocitos, lesiones que afectan principalmente al estroma anterior central y la membrana de Bowman. <sup>{17}</sup>.

Entre las patologías oculares asociadas que más relación guardan con el queratocono se encuentran aquellas atópicas como la dermatitis, blefaritis, queratoconjuntivitis, uveítis, cataratas subcapsulares y desprendimiento de retina. <sup>{2}</sup>. Existen Otras asociaciones oculares como la conjuntivitis vernal, la amaurosis congénita de Leber, la retinitis pigmentaria, la esclera azul, la aniridia y la ectopia lentis. También se ha sugerido como factor causante de queratocono el frotamiento constante de los ojos. <sup>{4}</sup>.

**Figura 2.** Fuente tomada: El queratocono y su tratamiento



#### 4.2.2.1.1 Clasificación del queratocono

Dentro de las diferentes clasificaciones para identificar el grado o estadio de queratocono, se encuentra la realizada por Amsler-Krumeich.

**Tabla 2.** Clasificación de queratocono según Amsler-Krumeich. {18}.

Grado	Características Clínicas
I	Abombamiento del cono excéntrico
	Miopía y astigmatismo $\leq 5.00$ dpt
	Queratometría promedio central $\leq 48.00$ d
II	Miopía y astigmatismo entre 5.00 y 8.00D
	Queratometría central promedio de 53.00D
	Ausencia de cicatriz
	Espesor corneal mínimo 400 $\mu$
III	Miopía y astigmatismo entre 8.00-10.00D
	Queratometría corneal central $\geq 53.00$ D
	Ausencia de cicatriz
	Espesor corneal entre 300-400 $\mu$
IV	No es posible medir la refracción
	Queratometría corneal central $\geq 55.00$ D
	Cicatriz corneal central
	Espesor corneal mínimo 200 $\mu$

McMahon y colaboradores presentaron el informe del estudio CLEK de Queratocono (Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus); este se realizó durante 8 años desde 1996 hasta 2004, convirtiéndose en una herramienta especial para categorizar el Queratocono. Con base en la información obtenida en la Topografía Corneal en el mapa Tangencial, permitiendo la localización del cono, denominado como el índice de magnitud de la localización del cono (CLMI).<sup>{19}</sup>.

Existen otras clasificaciones menos comunes, la clasificación de Merlín en 2002, que cataloga la enfermedad desde el estadio subclínico, dividiéndose en 4 estadios, de menor a mayor severidad, teniendo en cuenta la calidad visual con corrección, evaluación topográfica, distorsión de las miras, paquimetría y opacidades corneales.<sup>{20}</sup>.

#### 4.2.2.2 Queratoglobos

También llamado ectasia corneal generalizada o difusa. Se caracteriza por un adelgazamiento corneal impreciso de limbo a limbo; se diferencia del queratocono ya que el adelgazamiento de éste es focal en un inicio. Existen dos tipos de queratoglobos, el congénito o juvenil y el adulto; están asociados a síndromes de herencia autosómica como Ehles-Danlos.<sup>{13}</sup>.

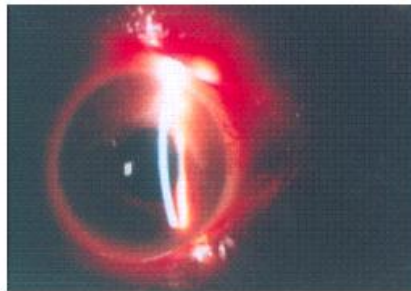
**Figura 3.** Fuente tomada de: Manual de diagnóstico y tratamiento en Oftalmología. Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas



#### 4.2.2.3 Degeneración Marginal Pelúcida

Es una ectasia corneal bilateral no inflamatoria, se presenta con un adelgazamiento corneal progresivo sin opacificación, localizado en el cuadrante inferior en forma de semiluna, de 4 a 8 posición horaria. La bilateralidad, los cambios topográficos y los astigmatismos moderados o altos contra la regla, puede tratarse de una patología Hereditaria. <sup>{13}</sup>.

**Figura 4.** Fuente tomada de: Degeneración marginal pelúcida y úlcera corneal asociadas a síndrome de Sjögren



#### 4.2.2.4 Degeneración Marginal de Terrien

Es una alteración corneal periférica de origen inflamatorio, algunos autores sostienen una etiología no inflamatoria. Su origen es desconocido, afecta mayormente a hombres y es bilateral con presentación asimétrica. Comienza entre los 20 y 40 años de edad en el sector superonasal con opacidades en el estroma anterior con una fina vascularización. La evolución de dicha degeneración lleva al adelgazamiento estromal acompañada de depósitos lipídicos. El epitelio corneal no presenta alteraciones. Debido al afinamiento periférico se producen astigmatismos elevados, frecuentemente contra la regla. La perforación corneal puede ocurrir espontáneamente o ser secundaria a traumas menores. <sup>{21}</sup>.

**Figura 4.** Fuente tomada de: Degeneración marginal de Terrien. Presentación de 2 casos



## 4.2.3 Exámenes de diagnóstico

### 4.2.3.1 Topografía corneal

Más del 70% de la refracción total del sistema óptico ocular resulta de la superficie corneal, es por esta razón, que en diversos aspectos optométricos y oftalmológicos es fundamental conocer la forma y curvatura que tiene la cara anterior de la córnea. La topografía corneal ayuda a cuantificar aberraciones corneales, evaluar el grado de regularidad corneal, planificar determinadas cirugías, adaptar lentes de contacto y también detectar posibles patologías o anomalías corneales como el queratocono u otro tipo de degeneraciones. <sup>{22}</sup>.

La principal ventaja del topógrafo frente al queratómetro es básicamente la amplia área examinada; miles de puntos analizados en una superficie entre 6 y 9 mm de diámetro, comparado con únicamente las 2 medidas en los 3 mm centrales que realiza un queratómetro, radio más curvo y el más plano. <sup>{23}</sup>.

Existen diferentes tecnologías para obtener la topografía de la córnea, una de estas es la basada en la reflexión de los anillos de plácido sobre la película lagrimal que cubre su cara anterior. La imagen reflejada es recogida por un sensor fotográfico y transferido digitalmente a un soporte informático. Esta imagen proporciona la información necesaria para que un software concreto analice el ancho y la separación de los anillos además de reconstruir a través de un algoritmo la superficie corneal. <sup>{24}</sup>.

La representación gráfica de la topografía, se lleva a cabo mediante un mapa colorimétrico, en el cual, cada color corresponde a un radio de curvatura. Aplicando la ley de Snellen, se puede deducir como sería la marcha gráfica de cada rayo que incidiera sobre la córnea en cualquier posición examinada. Así, es posible interpretar el comportamiento óptico de esta superficie para cualquier diámetro pupilar, y del mismo modo se obtiene el frente de onda que produce y su expansión en polinomios de Zernike. <sup>{25}</sup>.

La descripción de la forma corneal basada en aspectos aberrométricos se ha convertido en un método frecuentemente utilizado y eficaz para detectar ciertas patologías; por ejemplo, Gobbe apunta la utilización de mapas aberrométricos basados en topografía corneal para la detección del queratocono en estadios iniciales, según sus resultados, el mejor indicador que diferencia una córnea normal de un queratocono es el coma vertical (aberración de orden superior). <sup>{25}</sup>.

### 4.2.3.2 Tomografía

El tomógrafo es el único aparato que proporciona una medida directa del segmento anterior, utilizando una serie de sistemas que calculan la elevación como su unidad de medida elemental, aplicándola a un programa de tamizaje de queratocono. Estos equipos son más eficientes y fiables para un diagnóstico precoz de la patología corneal.<sup>{26}</sup>.

Uno de ellos, es el Pentacam, herramienta fundamental en la evaluación y diagnóstico diferencial de ectasias corneales (Oculus, Wetzlar, Alemania). Utiliza una cámara única giratoria de Scheimpflug con fuente de luz monocromática (LED azul a 470 nm) y una cámara estática que proporciona un modelo en 3 dimensiones del segmento anterior. Las mediciones de queratometría corneales, elevación anterior y posterior generada por este equipo demuestran tener una excelente repetitividad.<sup>{27}</sup> La técnica basada en imágenes de Scheimpflug proporciona imágenes nítidas y brillantes que brindan información desde la superficie de la córnea anterior hasta la cápsula posterior del cristalino. El surgimiento de la tomografía corneal con la cámara rotacional de Scheimpflug, elimina todas las desventajas de los mapas de curvatura, obteniéndose imágenes de la superficie anterior y posterior de la córnea, de las cuales es posible obtener mapas de elevación y mapas paquimétricos completos.<sup>{28}</sup>.

Datos como el espesor corneal apical, el espesor en el centro de la pupila, la localización del punto más delgado, la distancia y posición relativa del punto más delgado al ápex corneal son medidos por los tomógrafos.<sup>{26}</sup>.

En los mapas de elevación de la superficie anterior y posterior para una esfera de mejor ajuste (BFS) de 8.0 mm se utilizaron los valores establecidos por Belin (Tabla 3)

**Tabla 3.** Categorías de acuerdo los valores establecidos por Belin en los mapas de elevación para la esfera de mejor ajuste.<sup>{28}</sup>.

<b>CATEGORIAS</b>	<b>ELEVACIÓN ANTERIOR</b>	<b>ELEVACIÓN POSTERIOR</b>
<b>NORMAL</b>	Menos de +12 $\mu\text{m}$	Menos de +17 $\mu\text{m}$
<b>SOSPECHOSO</b>	Entre +12 y +15 $\mu\text{m}$	Entre +17 y +20 $\mu\text{m}$
<b>ANORMALES</b>	Más de +15 $\mu\text{m}$	Más de +20 $\mu\text{m}$

### 4.2.3.3 Paquimetría

La determinación del espesor corneal es de vital importancia para evaluar al paciente en el diagnóstico y seguimiento de las ectasias corneales. La paquimetría óptica es un método de medición de grosor de la córnea que se puede obtener en el examen con los Tomógrafos.

El valor de espesor de una cornea normal es de aproximadamente 540 micras en la zona central y entre 600 y 700 micras en la periferia.<sup>{29}</sup>.

La información precisa de la elevación posterior es un requisito para la paquimetría, debido a que ésta se determina por la diferencia entre las superficies anterior y posterior. La cámara mide desde la superficie anterior del epitelio hasta la superficie anterior del endotelio, sin incluir la película lagrimal para calcular el espesor de la córnea.<sup>{28}</sup>.

## 4.2.4 Tratamiento de ectasias corneales

### 4.2.4.1 Corrección óptica

En el estadio inicial de las ectasias corneales, en presencia de un defecto refractivo pequeño, existe la posibilidad de usar anteojos ya que estos presentan buena tolerancia y se logra obtener una agudeza visual aceptable.

A medida que la enfermedad progresa, el afinamiento y la deformación de la córnea causan un alto astigmatismo irregular que no puede ser corregido con lentes oftálmicos, por lo que se requiere en estos casos el uso de lentes de contacto rígidos permeables al gas preferiblemente.<sup>{30}</sup>.

La forma anormal de la córnea no permite una correcta adaptación con los anteojos. Los lentes de contacto son la primera elección de la terapia en más de 90% de los pacientes.<sup>{31}</sup> Si bien mejoran la visión, no detienen la progresión del queratocono.<sup>{32}</sup>

En la fase temprana, los lentes blandos tóricos parecen ser adecuados, sin embargo con una mayor progresión de la patología los lentes rígidos gas permeables son más funcionales. En pacientes con queratocono severo y que no tengan buena experiencia o no toleren los lentes de contacto, se sugiere la cirugía como la siguiente alternativa de tratamiento, puede ser el crosslinking, anillos corneales o en casos muy avanzados el trasplante de córnea.<sup>{31}</sup>.

#### 4.2.4.2 Corrección quirúrgica

##### 4.2.4.2.1. Crosslinking corneal como tratamiento para el queratocono

Las Opciones para mejorar la visión en pacientes con queratocono incluyen procedimientos quirúrgicos tales como la implantación de segmentos de anillos intracorneales y trasplante de córnea. Hasta hace poco, no había tratamiento para ralentizar la progresión de la ectasia.<sup>{33}</sup>

Hace más de 10 años, el crosslinking corneal mediante el uso de la rivoftavina y luz ultravioleta fue propuesto como un enfoque terapéutico para mejorar las propiedades bioquímicas y biomecánicas de la córnea. Existe evidencia clínica que muestra que éste es un procedimiento clínico útil que interrumpe la progresión de la keratectasia primaria y secundaria.<sup>{33}</sup>

A principios de los años 90's, investigadores de la Universidad de Dresden (Alemania) buscaban métodos para prevenir o retardar la progresión del queratocono investigado mediante el aumento de resistencia a la tracción de la córnea. Sus esfuerzos condujeron a la introducción del entrecruzamiento del colágeno de la córnea (CXL).<sup>{6}</sup>

Se considera una opción menos invasiva y menos costosa que el trasplante de córnea, y a diferencia de otros tratamientos, el crosslinking corneal modifica las propiedades intrínsecas de la biomecánica de las fibras de colágeno. Estudios han demostrado la eficacia de detención de la progresión de queratocono utilizando el protocolo estándar de CXL.<sup>{5}</sup>

En una publicación realizada por Koller, se evidencio un aplanamiento estadísticamente significativo de la córnea (sin cicatrices) durante 1 año después de CXL se produjo en más de 50% de los casos tratados en la investigación , cuando la lectura de la queratometría máxima preoperatoria era superior a 54,00 Dpts.<sup>{33}</sup>

Los resultados de un estudio realizado en una comunidad en Siena (Italia), mostraron una estabilidad a largo plazo, aproximadamente de 3 años después del crosslinking sin efectos secundarios relevantes.<sup>{7}</sup>

El método se basa en la creación de enlaces cruzados entre moléculas de colágeno adyacentes que puede aumentar la resistencia a la tracción de la córnea, y por lo tanto, ralentizar o detener el progreso del queratocono. Como causa morfológica del proceso de la reticulación, se aumenta significativamente el diámetro del colágeno corneal.<sup>{6}</sup>

#### 4.2.4.2.1.1 Cxl estándar:

La técnica estándar se realiza utilizando 0,1% de riboflavina (en 20% de dextrano T 500) y de irradiación ultravioleta A (UVA) con niveles de energía de 370 nm, 3 mW / cm<sup>2</sup> durante 30 minutos en condiciones estériles. Se emplea el equipo UV-X 1000 (IROC Innocross AG, Zurich, Suiza) y la solución de riboflavina isotónica Innocross-R (riboflavina 5- fosfato (0,1%) más 20% de dextrano T500 en jeringas de 2 ml). El procedimiento se efectúa bajo anestesia general en pacientes muy jóvenes y con anestesia local tópica controlada en pacientes de mayor edad.

Después de la anestesia, se inserta un blefaróstato y el epitelio corneal se empapa con alcohol en concentración de 20%. A continuación se elimina el alcohol durante 40 segundos para retirar el tejido epitelial en una zona de diámetro 9.0mm con una lanza quirúrgica de celulosa para permitir la penetración de la riboflavina en el estroma corneal. A partir de allí, se aplica el fotosensibilizador 0,1% de riboflavina (2 a 3 gotas cada 3 minutos) a la córnea durante 30 minutos antes de la irradiación para permitir la saturación suficiente del estroma. Luego se exponen 8,0 mm de córnea central a la luz UVA (Longitud de onda de 370 nm y la radiación de 3 mW / cm<sup>2</sup>) durante 30 minutos.

A lo largo de la exposición UVA, se instila solución de riboflavina de 2 a 3 gotas cada 3 minutos. Al finalizar el tratamiento, el ojo se lava con solución salina equilibrada y colirio antibiótico (ofloxacina 0,3%) y esteroides en colirios oftálmicos (dexametasona 0,1%). Se coloca un lente de contacto blando de reemplazo frecuente en el ojo hasta la reepitelización completa.<sup>{34}</sup>

La riboflavina se conoce químicamente como 7,8-dimetil-10 (1'-D-ribityl) isoalloxazine. En su forma pura es un compuesto soluble en agua. Con posterioridad al descubrimiento de tiamina o vitamina B1 fue el hallazgo de la vitamina B2 o riboflavina.

La forma primaria de la vitamina es como un componente integral mononucleótido con coenzimas de flavina (FMN) y dinucleótido de flavina adenina (FAD). A través de estas dos flavoco-enzimas, riboflavina funciona como un catalizador para reacciones redox en numerosas vías metabólicas y en la producción de energía. En los tejidos existe una amplia distribución de flavina pero está presente como riboflavina libre. La vitamina B2 es estable al calor, ácido, y la oxidación, sin embargo es sensible y es posible su destrucción a través de la luz, especialmente la luz ultravioleta.<sup>{5}</sup>

#### 4.2.4.2.1.3 Crosslinking transepitelial

La riboflavina es un compuesto hidrófilo y no puede cruzar fácilmente la barrera epitelial intacta con sus uniones estrechas. En un preliminar estudio Spoerl et al, se demostró la necesidad del desbridamiento epitelial central completo para permitir una adecuada absorción al estroma de la riboflavina.<sup>{35}</sup>

A pesar de esta recomendación, un número de médicos han elegido para realizar la técnica con el epitelio intacto o parcialmente interrumpido con el fin de reducir las molestias postoperatorias y la velocidad de recuperación visual.

El uso de múltiples aplicaciones de tetracaína 1% a intentar aflojar uniones estrechas epiteliales ha sido defendida por algunos. Otros emplean un limitado desbridamiento en patrón de forma de rejilla, con islas de epitelio intacto para facilitar la rapidez de la cicatrización epitelial postoperatoria.<sup>{36}</sup>

Los estudios de laboratorio, mediante espectrofotometría para medir indirectamente la absorción de riboflavina estromal han demostrado la necesidad de eliminar por completo el epitelio para una adecuada absorción de esta. Recientemente, nuevas formulaciones de riboflavina se han desarrollado en un intento de facilitar la absorción transepitelial. Exploraciones de laboratorio con la riboflavina soluciones en las que dos potenciadores, trometamol (Tris [hidroximetil] aminometano) y ácido etilendiaminotetraacético de sodio (EDTA), se han añadido (Ricrolin TE®; Sooft Italia, Fermo, Italia) han demostrado facilitar la absorción del estroma, especialmente con patrón de rejilla, al igual que las preparaciones sin dextrano pero con cloruro de sodio 0,44% y de benzalconio cloruro 0,02% y 0,04%.<sup>{35}</sup>

#### 4.2.4.2.1.4 Crosslinking acelerado

Los protocolos actuales utilizan 3 mW / cm<sup>2</sup> de energía y requieren 30 minutos de exposición UVA para lograr el efecto clínico deseado.<sup>{34}</sup> Estudios han demostrado que se puede administrar la misma cantidad de energía en menor cantidad de tiempo al aumentar el flujo de luz UVA, logrando así la misma eficacia y seguridad que la técnica estándar pero en un reducido periodo de tiempo, lo que permite mayor comodidad para el paciente, así como la disminución de exposición de los queratocitos a la luz ultravioleta y quizás potencialmente menor daño que evita la apoptosis. Se utiliza una fuente de rayos UVA, de 7 mW / cm<sup>2</sup> aplicado durante 15 min en comparación con la técnica estándar de 3 mW / cm<sup>2</sup> aplicado en 30 minutos ha indicado resultados clínicos similares en la estabilización de la ectasia sin ningún efecto adverso.<sup>{37}</sup>

#### 4.2.4.2.2 Anillos intracorneales

Surgen para aquellos pacientes a quienes la progresión del queratocono los hace intolerables a los lentes de contacto, cualquiera que sea su material de fabricación.

Después de la introducción del anillo corneal intraestromal para ectasias en el año 2000, se han convertido en la base o manejo refractivo del tratamiento en pacientes con corneas queratoconicas.<sup>{30}</sup>.

Estos segmentos semicirculares de espesor variable, de 5 mm de diámetro se desarrollaron por primera vez para la corrección de la miopía de -1,0 a 3,0 dioptrías (D), tienen un agujero en los extremos para su manipulación y son elaborados de material acrílico (Perspex CQ).<sup>{27}</sup>, el cual ha sido utilizado por más de 20 años en la fabricación de lentes intraoculares. Estos anillos intracorneales (ICRS) tienen diferente longitud de arco 90, 150, 120, 210 grados de angulación y son un segmento de metacrilato de polimetilo hexagonal en sección transversal, que se insertan profundamente en el estroma.<sup>{38}</sup>.

Dentro de sus características presentan además, una base plana de 600 micras, su espesor varía desde 150 hasta 350 micras. Su implantación está indicada en pacientes con queratocono evolutivo, corneas ectásicas intolerables al uso de lentes de contacto, síndrome de moldeamiento corneal por lentes de contacto, astigmatismo irregular posqueratotomía radial, degeneración marginal pelúcida, entre otras patologías.<sup>{32}</sup>.

#### 4.2.4.2.3 Trasplante de córnea

El trasplante de córnea o queratoplastía podrá ser penetrante, en el que se reemplaza una córnea patológica por una córnea con todas sus capas, incluyendo el endotelio corneal que es la fuente más importante de antígenos que condiciona el tipo de rechazo corneal que lleva a su falla.

Puede ser queratoplastía no penetrante, donde se reemplaza sólo el estroma patológico de una córnea y de esta forma se consigue mantener la membrana de Descemet y el endotelio corneal del paciente, reduciendo la tasa de rechazos al mínimo.

Por último está la queratoplastía endotelial, en la que se reemplaza el endotelio enfermo por un endotelio donante sano, manteniendo el estroma y epitelio corneal del receptor. La gran ventaja de ésta técnica es la rápida rehabilitación del paciente, además de un mínimo astigmatismo inducido.

## **5 Materiales y métodos**

### **5.1 Tipo de estudio.**

Estudio observacional analítico retrospectivo.

### **5.2 Población universo**

Pacientes operados de crosslinking acelerado en el Centro Ocular Dr. Rincón, diagnosticados previamente con queratocono grado I, II y III de género femenino o masculino que cumplan con los criterios de inclusión donde se evaluaron las variables descritas.

### **5.3 Muestra poblacional**

La muestra del estudio se obtuvo, analizando el total de pacientes operados de crosslinking acelerado durante un periodo de tiempo de Junio de 2013 hasta Mayo de 2015, obteniendo un total de 74 ojos de los cuales se tomaron 35 ojos siendo una técnica de muestreo no probabilística por conveniencia, debido a que algunas historias clínicas no contaban con los datos necesarios para ser incluidos en la investigación.

### **5.4 Aspectos éticos**

Las consideraciones éticas están estipuladas de acuerdo al artículo 15 de la resolución 8430 de 1993 del ministerio de Salud de Colombia. El presente estudio se clasifica como investigación sin riesgo: son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en él; entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los cuales no se identifique ni se traten aspectos sensitivos de la conducta.

Todos los datos médicos y personales del paciente registrados en la historia clínica así como los resultados de las pruebas, serán confidenciales, el nombre del paciente nunca se revelara en los informes de la investigación. La información será guardada por los investigadores principales, los cuales se encargaran de digitar la información correspondiente en la base de datos; las historias solo serán consultadas por ellos o sus asesores científicos. Al finalizar la investigación ellos serán los responsables y guardaran todos los informes clínicos hasta por 5 años. En caso de requerir los datos para una nueva investigación se solicitara la autorización de cada paciente.

## 5.5 Criterios

### 5.5.1 Criterios de inclusión

- Queratocono progresivo en estadio I, II, III (según clasificación de Amsler y Krumeich)
- Pacientes entre 16 y 40 años de edad.
- Espesor corneal mínimo de 400 micras
- Queratometría topográfica entre 38.80 y 50.0 dpt para K1, 41.3 y 56.8 dpt para K2.

### 5.5.2 Criterios de exclusión

- Tratamientos oculares quirúrgicos previos
- Enfermedades autoinmunes, patologías vasculares del colágeno.
- Mujeres en embarazo o lactancia
- Síndrome de ojo seco severo.
- Infección herpética previa por riesgo a reactivación
- Leucoma corneal severo
- Cualquier tipo de hipertensión ocular o glaucoma.
- Historia de mala cicatrización
- Probabilidad de pérdida del caso por no asistir a los controles estipulados.

## 5.6 Variables del estudio

Tabla 4: variables (Autor, 2015)

Variables propias del estudio		Unidad de medida	Naturaleza	Categorización
Defecto Refractivo		Dioptrías	Cuantitativa-continua	Intervalo
K1, K2, K Media topográfica		Dioptrías	Cuantitativa-continua	Continua
Grado de progresión del queratocono		Escala Amsler Krumeich	Cualitativa	Grado I-II-III-IV
Paquimetría ápex	Paquimetría punto más delgado	Micras	Cuantitativa-continua	Intervalo
Elevación anterior		Micras	Cuantitativa-continua	Intervalo
Elevación posterior		Micras	Cuantitativa-continua	Intervalo

Variables independientes: edad y género

## 5.7 Equipos

En el presente estudio se utilizó el dispositivo de diagnóstico WaveLight® Oculyzer II para tratamientos personalizados guiados por la topografía; está basado en la tecnología Pentacam HR, que permite llevar a cabo la medición de no-contacto y el análisis del segmento anterior del ojo completo. Además integra una cámara con una resolución mayor que el dispositivo de diagnóstico Oculyzer™. La unidad de diagnóstico WaveLight® Oculyzer™ II<sup>‡</sup> incluye los avanzados sistemas Holladay/Holladay EKR Detail Report y Belin/Ambrosio Enhanced Ectasia Display.<sup>{39}</sup>.

El equipo disponible para realizar la cirugía de crosslinking acelerado en el centro ocular Dr Rincon, es el KXL® System para crosslinking acelerado de la casa Avedro, el cual en solo minutos incrementa el poder de la radiación UVA reduciendo el tiempo de exposición mientras se irradia la misma cantidad de energía en el ojo que en el crosslinking estándar.<sup>{40}</sup>.

## 5.8 Clasificación defecto refractivo

Para este estudio se tomaron las clasificaciones de estado refractivo para; Miopía:

- Leve: menos de 3 dioptrías
- Moderada: entre 3 y 6 dioptrías
- Alta: más de 9, puede llegar hasta 30 o más dioptrías<sup>{41}</sup>.

Hipermetropía:

- Baja: de 1 a 3 dioptrías.
- Moderada: de 3 a 6 dioptrías.
- Alta: más de 6 dioptrías.<sup>{42}</sup>

Astigmatismo:

- Leve: de 0.25 D. a 0.75 D.
- Moderado: de 1.00 D. a 3.00 D.
- Alto: mayor a 3.00 D.<sup>{43}</sup>.

## 5.9 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Se analizaron 37 historias clínicas donde se obtuvieron 74 ojos, de los cuales se tomaron 35 ojos. A cada paciente se le realizaron las pruebas correspondientes a la historia clínica. Se seleccionó el paciente, teniendo en cuenta los criterios de inclusión.

Se cumplió con la firma en el consentimiento informado que fue necesario para el proceso quirúrgico. (Anexo 2). Se tomaron los datos correspondientes a la historia clínica anteriormente descrita y registrada en este (Anexo 1).

### 5.9.1 Base de datos

Se diseñó una base de datos en Excel, para consignar la información obtenida de cada paciente y facilitar los respectivos análisis la cual se manejó solo por los investigadores.

Por las variables utilizadas, el análisis requirió probar los cambios con ANOVA de medidas repetidas.

Los datos fueron trabajados con SPSS 20 y Excel 2010.

### Prueba de Normalidad

Se realizaron pruebas de normalidad para las variables del estudio. Se utilizó la prueba de Shapiro Wilks para muestras de  $n > 50$ . Para la homogeneidad de varianzas se realizó en todos los casos la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene con  $p > 0,05$  para aceptarla igualdad.

En el caso de las variables que no demostraron normalidad se aplicó ANOVA con corrección de los grados de libertad y adicionalmente se aplicó la prueba de Friedman no paramétrica.

Tabla 5: Pruebas de normalidad K1, K2, Km

	Pruebas de normalidad		
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	GI	Sig.
K 1 antes de cirugía Queratometría Máxima topográfica en dioptrías	,970	35	,456
K2 antes de cirugía Queratometría Máxima topográfica en dioptrías	,940	35	,056
Km antes de cirugía Queratometría Máxima topográfica en dioptrías	,949	35	,109

Tabla 6: Pruebas de normalidad paquimetría

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.
Paquimetría Apex antes de cirugía	,984	34	,880
Paquimetría punto mas delgado antes de cirugía	,982	34	,830

Tabla 7: Pruebas de normalidad elevación

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Elevación anterior máxima antes de cirugía	,948	34	,106
Elevación posterior máxima antes de cirugía	,955	34	,168

### Control de sesgos

Se tuvo en cuenta que los datos de la historia clínica fueran diligenciados de manera completa según el protocolo y se respetaron los tiempos de seguimiento, de lo contrario se excluían del estudio.

### 5.9.2 HISTORIA CLÍNICA

Las historias clínicas fueron tomadas del Centro Ocular Dr. Rincón, donde se realizó la investigación.

Se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos: datos personales del paciente, motivo de consulta, signos y síntomas, antecedentes personales y familiares, queratometría topográfica, refracción, subjetivo, agudeza visual mejor corregida, biomicroscopia , diagnóstico y conducta. Ver (Anexo 1)

## 6. Resultados

En esta investigación se revisaron un total de 35 ojos de 18 pacientes.

El promedio de edad de los pacientes evaluados fue de  $23,46 \pm 5,037$  años con un rango entre 15 y 37 años.

La muestra se dividió en 54,3% (n=19) pacientes de género masculino y 45,7% (n=16) pacientes de género femenino.

El estadio del queratocono en la muestra antes de la cirugía se presentó con pacientes en su mayoría en estado Tipo I con 42,86% (n=15), seguido por Tipo II con 28,57% (n=10) y tipo III con 11,43% (n=4).

Tabla 8. Tabla de porcentajes clasificación según Amsler-Krumeich

<b>Tabla de porcentajes con la clasificación de queratocono según Amsler-Krumeich</b>				
<b>Tipología</b>	<b>% Antes</b>	<b>% 3 meses</b>	<b>% 6 meses</b>	<b>% 12 meses</b>
<b>Tipo I</b>	42,86	45,71	45,71	45,71
<b>Tipo I-II</b>	2,86	2,86	2,86	2,86
<b>Tipo II</b>	28,57	31,43	31,43	31,43
<b>Tipo III</b>	12,43	14,29	14,29	14,29
<b>Tipo II-III</b>	12,43	5,71	5,71	5,71
<b>Suma</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

En el preoperatorio se mostraron valores para k1 de  $44,12 D \pm 2,43$  y posterior a la intervención a los tres meses fue de  $44,20 D \pm 2,42$ ; a los seis meses fue de  $44,19 D \pm 2,40$  y para los 12 meses fue de  $44,18 D \pm 2,43$ .

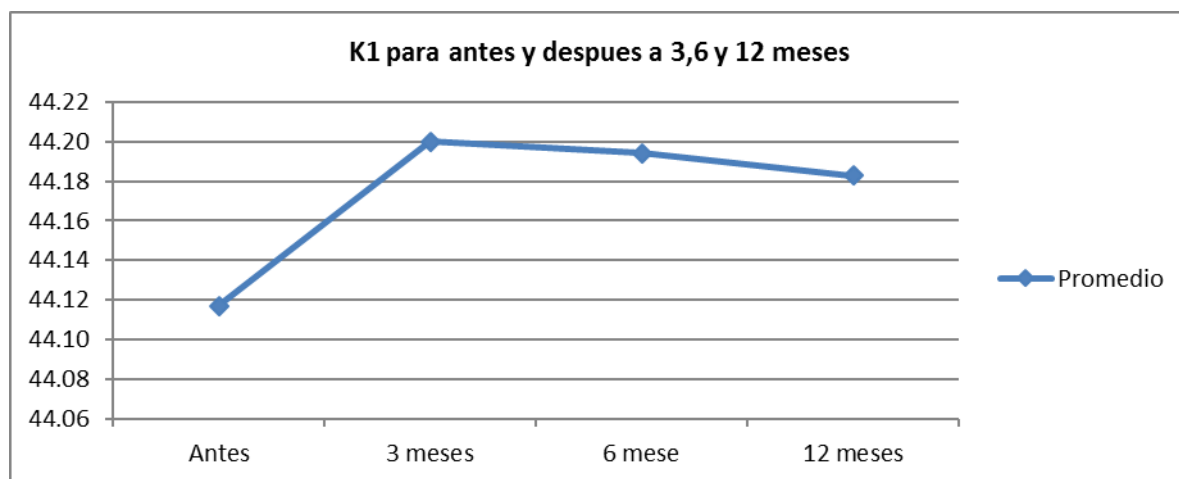
Se observa que en la variable de grado de queratocono el tipo I un aumento de 2.86%, tipo I-II no hubo cambio y se mantuvo estable, tipo II se dio un aumento de 3.0% y en el tipo III aumenta en un 2.2 % y en el tipo II-III hubo una disminución comparado con los anteriores, lo que indica que en el 7.38% de los casos hubo una mejoría significativa y en 2.2 % hubo progresión de la ectasia a pesar del tratamiento

Tabla 9. Estadísticos descriptivos k1

	Media	Desviación estándar	N
K 1 antes de cirugía en dioptrías	44,1171	2,43461	35
K 1 a los 3 meses de cirugía en dioptrías	44,200	2,4165	35
K 1 6 mes de cirugía en dioptrías	44,194	2,4094	35
K 1 12 mes de cirugía en dioptrías	44,183	2,4311	35

No se presentaron diferencias estadísticamente significativas aplicando la prueba de ANOVA entre los valores estudiados para la variable K1 ( $p > 0,05$ ).

Figura 5. Valores promedio en el preoperatorio, al 3 mes, 6to mes y 12 meses



La variable K1 no mostro ninguna variación estadísticamente significativa, se puede observar en la gráfica un aumento en el promedio en la medida donde la inicial era 44,12dpts y a los 12 meses después de la cirugía 44,18, dando una diferencia de 0,06.

## K2

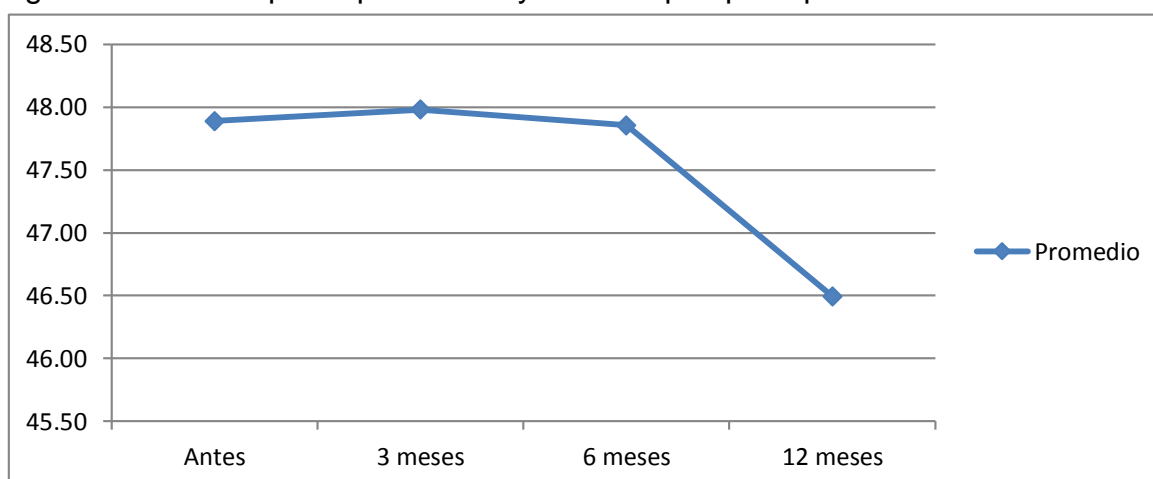
K2 presentó valores promedios en el preoperatorio de 47,889  $D \pm 3,88$  y para los tres meses fue de 47,98  $D \pm 3,95$ ; a los seis meses fue de 47,85  $D \pm 3,84$  y para los 12 meses fue de 46,49  $D \pm 8,13$ .

Tabla 10. Estadísticos descriptivos k2

	Media	Desviación estándar	N
K2 antes de cirugía en dioptrías	47,8886	3,87851	35
K2 a los 3 meses de cirugía en dioptrías	47,980	3,9535	35
K2 6 mes de cirugía en dioptrías	47,854	3,8462	35
K2 12 mes de cirugía en dioptrías	46,494	8,1267	35

No se presentaron diferencias estadísticamente significativas aplicando la prueba de ANOVA entre los valores estudiados para la variable queratometría máxima topográfica K2 ( $p > 0,05$ ).

Figura 6. k2 en Dioptrías para antes y tres tiempos postoperatorios



En la gráfica, la variable K2, en los momentos del estudio; se observó a los 12 meses posteriores a la cirugía, un aplanamiento en promedio de 1.00 dpt con respecto a la medida prequirúrgica, lo que se correlacionó en los datos encontrados por Koller et, cuyos resultados reportan un aplanamiento de 1 dpt posterior al procedimiento.

## Km

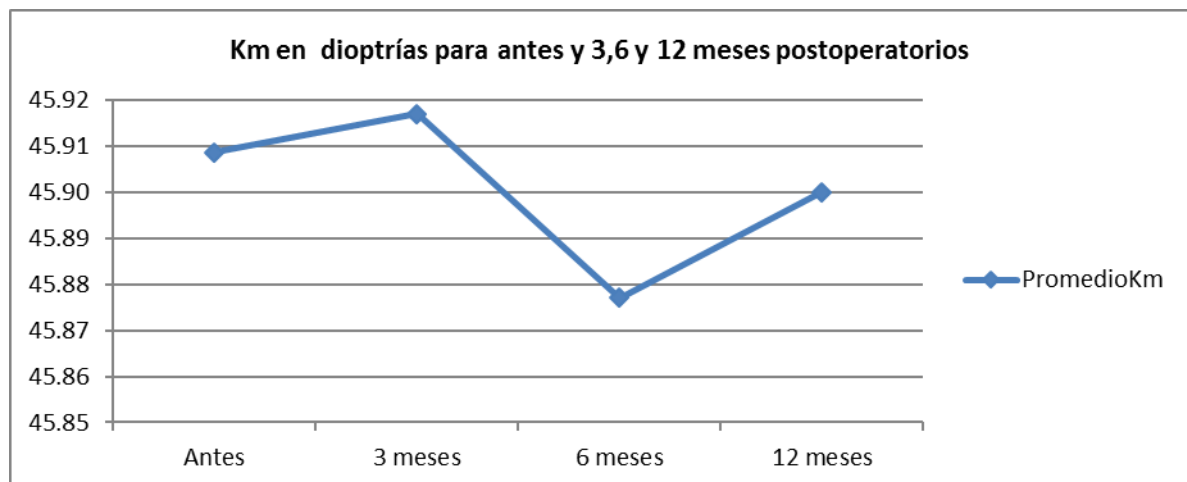
Para Km mostró valores promedios en el preoperatorio de 45,91 D  $\pm$  2,97 y para los tres meses fue de 45,92 D  $\pm$  2,95; a los seis meses fue de 45,88 D  $\pm$  2,90 y para los 12 meses fue de 45,90 D  $\pm$  2,90.

**Tabla 11. Estadísticos descriptivos Km**

	Media	Desviación estándar	N
Km antes de cirugía en dioptrías	45,9086	2,96998	35
Km a los 3 meses de cirugía en dioptrías	45,917	2,9456	35
Km 6 mes de cirugía en dioptrías	45,877	2,8966	35
Km 12 mes de cirugía en dioptrías	45,900	2,9039	35

No se presentaron diferencias estadísticamente significativas aplicando la prueba de ANOVA entre los valores estudiados para la variable Km ( $p > 0,05$ ).

Figura 7. Km en dioptrías para antes, 3,6 y 12 meses postoperatorios



En cuanto al variable estado refractivo se presentan las tablas de frecuencias para los diversos valores obtenidos antes de la cirugía, a los 3,6 y 12 meses.

Realizando un análisis estadístico observando los diferentes defectos visuales que están presentes: hipermetropía, miopía y astigmatismo; la miopía moderada y astigmatismo alto son los defectos con mayor prevalencia en el estudio.

Figura 8. Estado refractivo antes de la cirugía

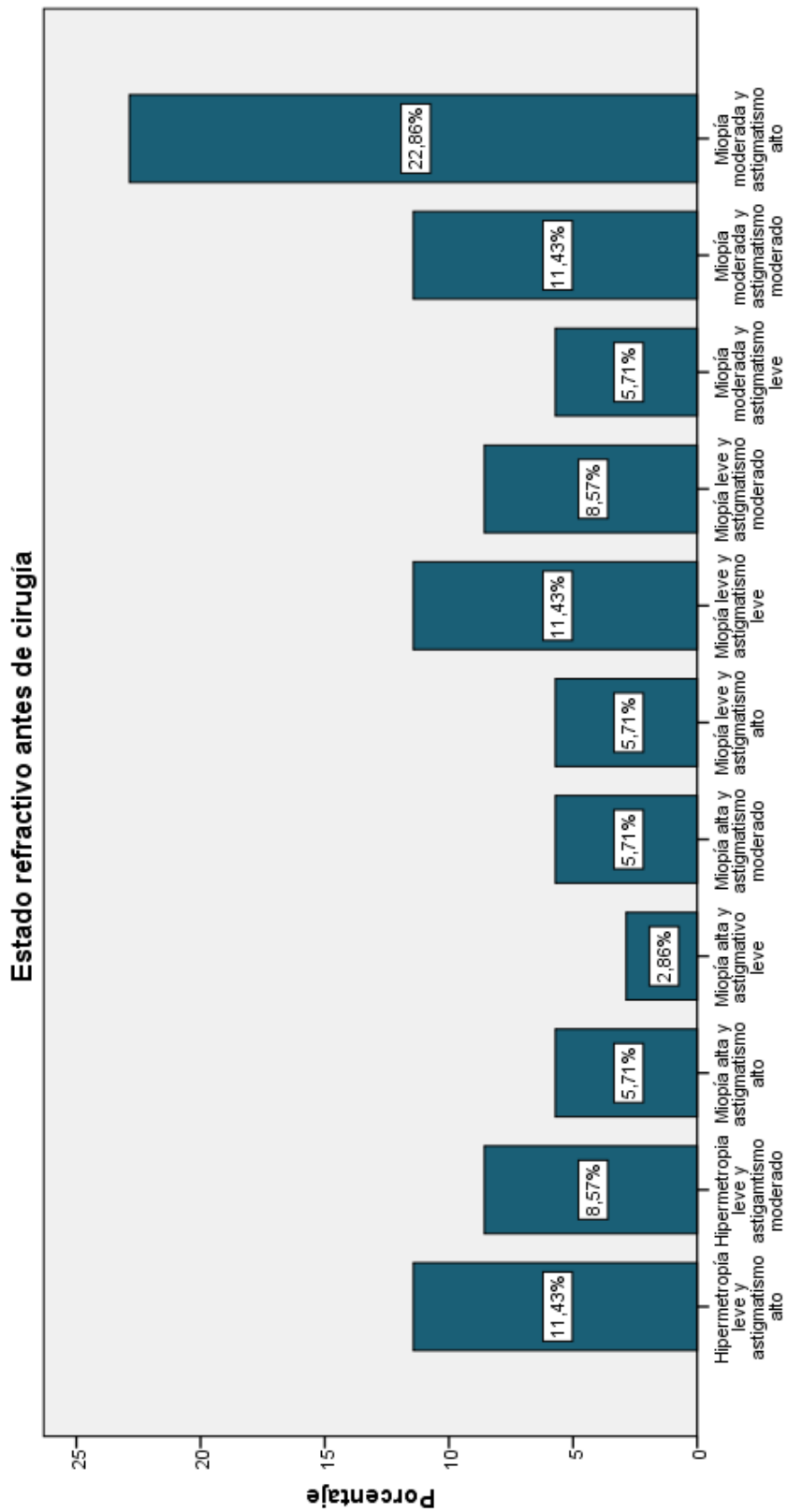


Figura 9. Estado refractivo a los 3 meses

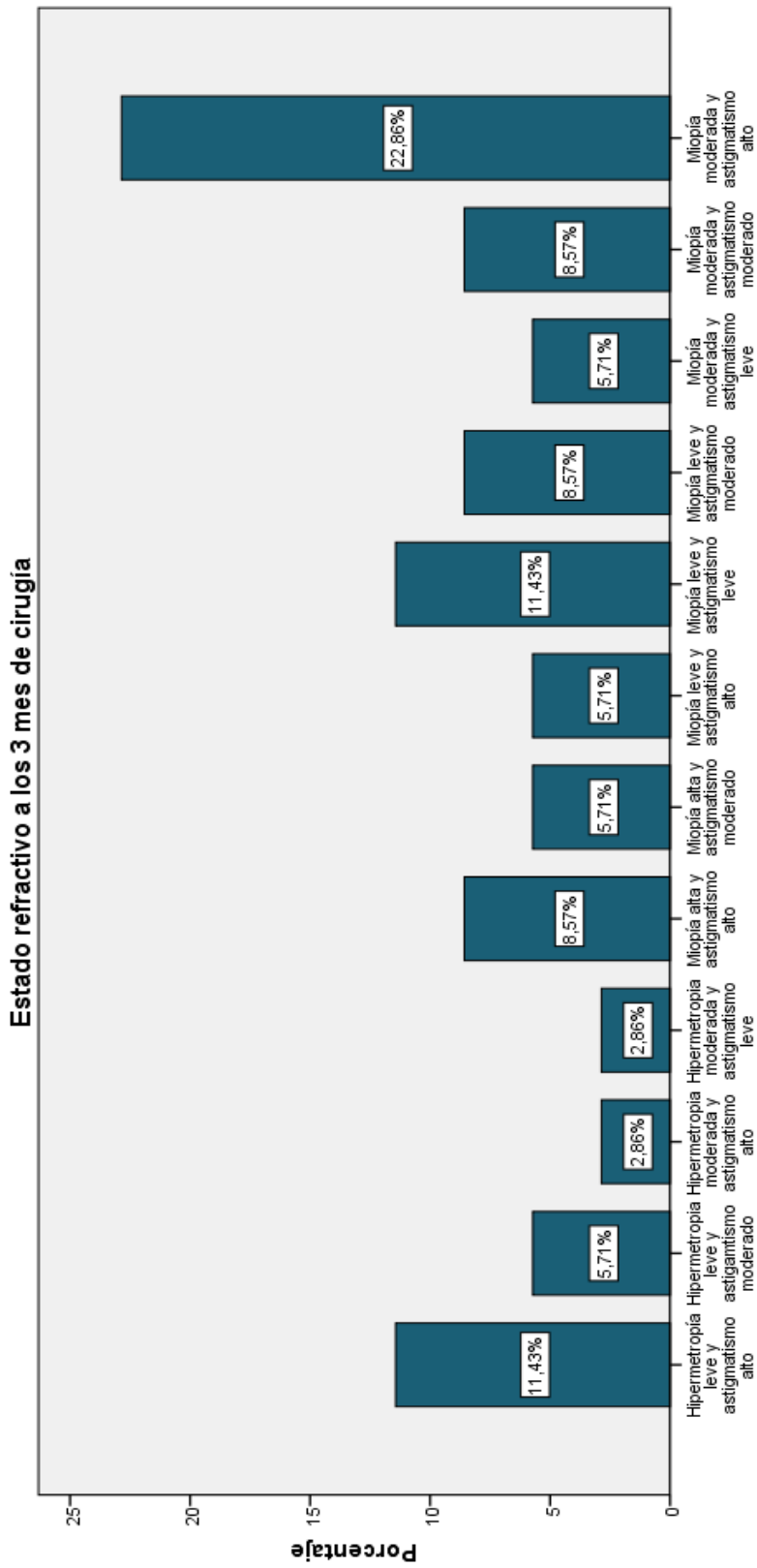


Figura 10. Estado refractivo 6 meses de cirugía

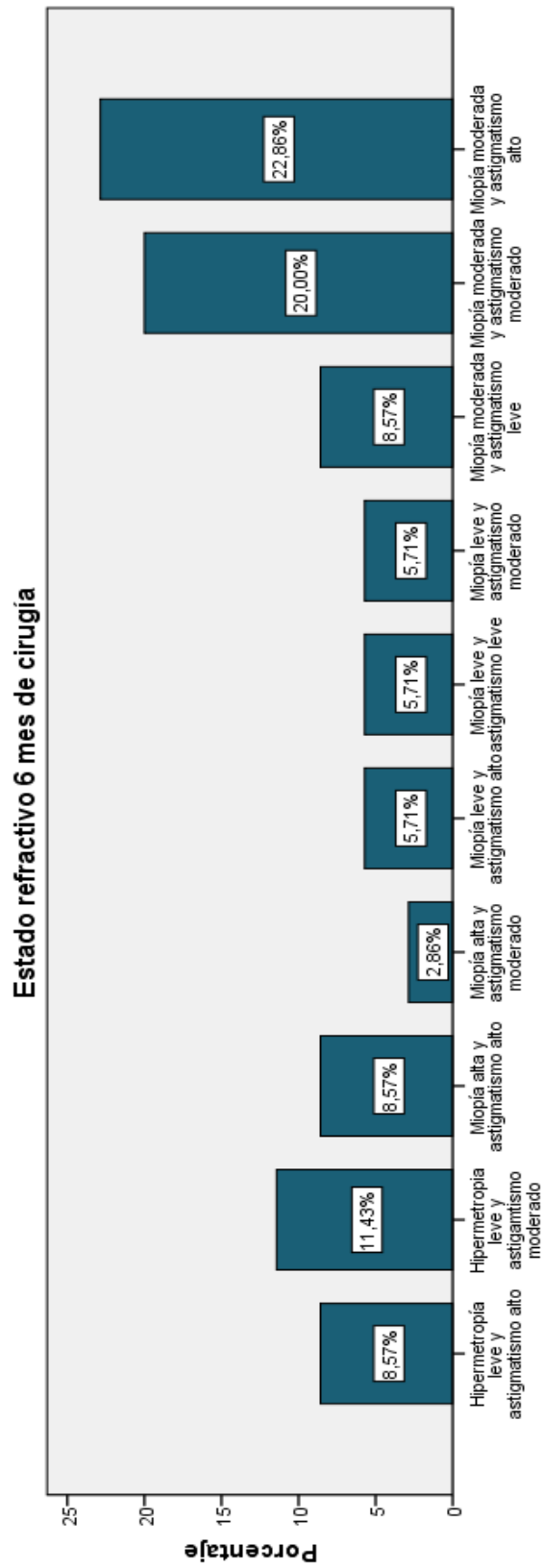
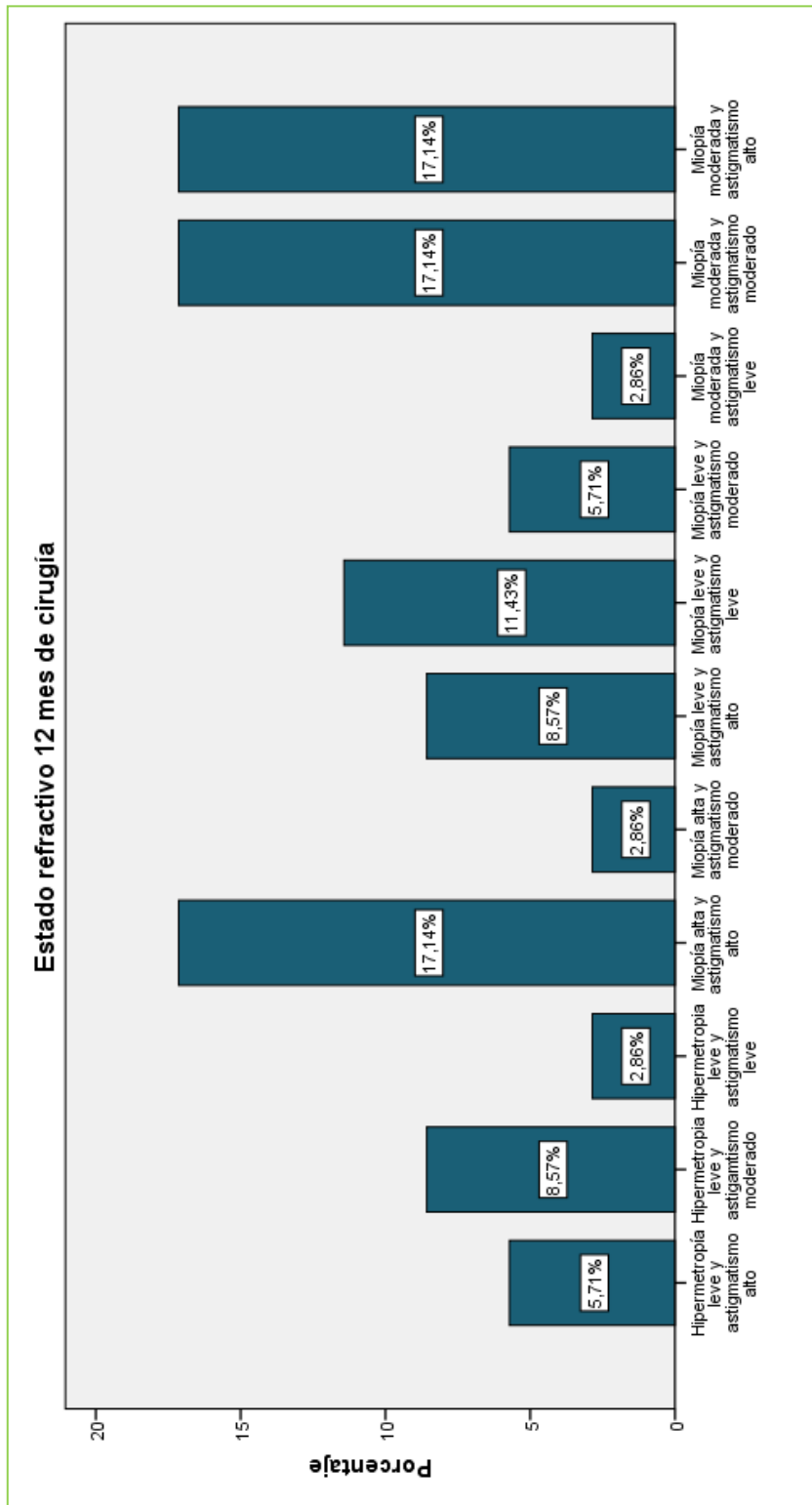


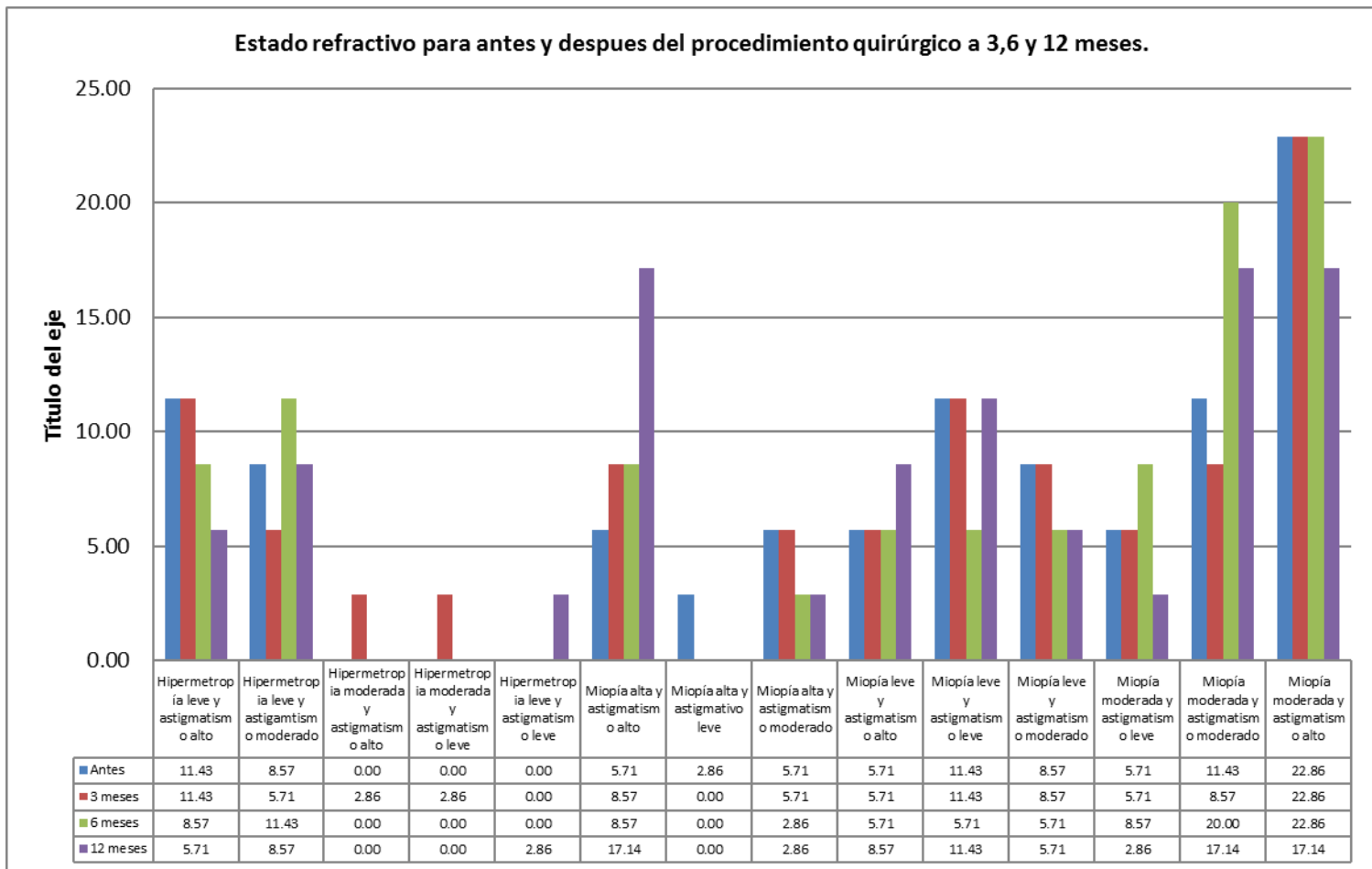
Figura 11. Estado refractivo 12 meses de cirugía



En el comparativo del estado refractivo pre y post quirúrgico se encontraron diferencias poco representativas estadísticamente y clínicamente, entre los diferentes controles, durante el primer año. El estado refractivo mejoro levemente después del tratamiento principalmente en la miopía moderada y astigmatismo alto.

El estado refractivo en la muestra analizada, presento cambios en los pacientes con Hipermetropía leve y astigmatismo alto demostrando cambios desde 11,43% hasta 5,71% a los 12 meses; Miopía leve y astigmatismo leve que paso de 11,43% antes de la cirugía a 8,57% para los 12 meses; miopía moderada y astigmatismo alto pasó de 22,86% antes de la cirugía a 17,14% después de 12 meses. Los valores de los estados refractivos que aumentaron: miopía alta y astigmatismo para los 6 meses de 8,57% a 17,14% después de los 12 meses.

Figura 12. Estado refractivo para antes y después del procedimiento quirúrgico a 3, 6 y 12 mes.



En la medida de paquimetría se tuvieron en cuenta dos puntos principalmente, la paquimetría en el ápex corneal y en el punto más delgado.

Para determinar si se presentaron cambios en estas, se realiza una prueba de ANOVA para medidas repetidas.

### **Paquimetría en el ápex**

En el seguimiento de los pacientes se encontró que los valores promedio de estos dos puntos no tuvieron cambios estadísticamente representativos, en el preoperatorio la paquimetría en el ápex fue de 496,59 micras  $\pm$  36,360 y posterior a la cirugía, a los 12 meses fue de 498,35 micras  $\pm$  42,757 (tabla 15).

**Tabla 12. Estadísticos descriptivos paquimetría**

	Media	Desviación estándar	N
Paquimetría ápex antes de cirugía	496,59	36,360	35
Paquimetría ápex a los 3 meses de cirugía	496,94	39,183	35
Paquimetría ápex 6 mes de cirugía	497,38	39,466	35
Paquimetría ápex 12 mes de cirugía	498,35	42,757	35

Para determinar si se presentaron cambios en la paquimetría ápex se realiza una prueba de ANOVA para medidas repetidas. Concluyendo que no se presentaron diferencias estadísticamente significativas aplicando la prueba de ANOVA entre los valores estudiados para la variable paquimetría ápex ( $p > 0,05$ ).

### Paquimetría del punto más delgado

Para la paquimetría en el punto más delgado, al igual que en datos anteriores, los valores no fueron estadísticamente representativos, mostraron valores promedio en la paquimetría del punto más delgado en el preoperatorio de 485,35 micras  $\pm$  38,670 y posterior a la cirugía , a los 12 meses fue de 482,15 micras  $\pm$  38,192.

**Tabla 13. Estadísticos descriptivos paquimetría**

	Media	Desviación estándar	N
Paquimetría del punto más delgado antes de cirugía	485,35	38,670	35
Paquimetría del punto más delgado a los 3 meses de cirugía	482,82	37,979	35
Paquimetría del punto más delgado 6 mes de cirugía	483,56	37,586	35
Paquimetría del punto más delgado 12 mes de cirugía	482,15	38,192	35

No se presentaron diferencias estadísticamente significativas aplicando la prueba de ANOVA entre los valores estudiados para la variable paquimetría del punto más delgado ( $p > 0,05$ ).

### **Determinación de los cambios en la elevación anterior**

Para la variable elevación anterior, los datos mostraron valores promedio en el preoperatorio de 24,44 micras  $\pm$  12,74 y para los momentos posteriores a la cirugía: A los tres meses los valores hallados fueron 25,97 micras  $\pm$  12,391; para los seis meses fue de 26,24 micras  $\pm$  12,745 y para los 12 meses fue de 25,09 micras  $\pm$  12,513.

**Tabla 14. Estadísticos descriptivos elevación anterior**

	Media	Desviación estándar	N
Elevación anterior antes de cirugía	24,44	12,740	35
Elevación anterior a los 3 meses de cirugía	25,97	12,391	35
Elevación anterior 6 mes de cirugía	26,24	12,745	35

No se presentaron diferencias estadísticamente significativas aplicando la prueba de ANOVA entre los valores estudiados para la variable elevación anterior ( $p > 0,05$ ).

### Determinación de los cambios en la elevación posterior

Para la variable elevación posterior. Los datos mostraron valores promedio en el preoperatorio de 49,44 micras  $\pm$  24,850 y para los momentos posteriores a la cirugía: A los tres meses los valores hallados fueron micras 51,18 micras  $\pm$  22,876; para los seis meses fue de 50,94 micras  $\pm$  24,285 y para los 12 meses fue de 50,59 micras  $\pm$  23,399 micras

Tabla 15. Estadísticos descriptivos elevación posterior

	Media	Desviación estándar	N
Elevación posterior antes de cirugía	49,44	24,850	35
Elevación posterior a los 3 meses de cirugía	51,18	22,876	35
Elevación posterior 6 mes de cirugía	50,94	24,285	35
Elevación posterior 12 mes de cirugía	50,59	23,399	35

Para determinar si se presentaron cambios en la elevación posterior se realiza una prueba de ANOVA para medidas repetidas. No se presentaron diferencias estadísticamente significativas aplicando la prueba de ANOVA entre los valores estudiados para la variable ( $p > 0,05$ ).

## 7. DISCUSION

El crosslinking acelerado es una de las alternativas más eficaces para el tratamiento del queratocono, ya que permite detener o relentecer la progresión de ésta patología, así como evitar llegar a tratamientos más complicados como la queratoplastia.

El primer reporte clínico sobre Crosslinking estandar se publicó en 2003 por Wollensak et al., quien estudió resultados mensuales en 23 pacientes .La reducción media de K-max en su estudio fue de 1,4 D, y no tenían ningún caso de fracaso del tratamiento, resultados similares se han reportado de Italia, India y Francia.

La edad promedio de los pacientes que hicieron parte del estudio es de  $23,46 \pm 5,037$ , lo que nos muestra que entre este rango de edad, es donde las ectasias corneales muestran mayor progresión.

El género de la mayoría de los pacientes fue masculino siendo 54,3% y el restante de 45,7% femenino, lo que puede indicar una mayor prevalencia de la enfermedad en varones.

La variable K1 no evidencia ningún cambio estadísticamente significativo, se muestra en la gráfica un aumento en el promedio en la medida donde la inicial era 44,12dpts y a los 12 meses después de la cirugía 44,18, dando una diferencia de 0,06

Para K2 se obtuvieron valores promedios en el preoperatorio de  $47,889 \text{ D} \pm 3,88$  y para los tres meses fue de  $47,98 \text{ D} \pm 3,95$ ; para los seis meses fue de  $47,85 \text{ D} \pm 3,84$  y para los 12 meses fue de  $46,49 \text{ D} \pm 8,13$  .

En la variable K2 se observa un aplanamiento posterior a la cirugía, a los 12 meses, donde se obtiene un promedio de 1.00 dpt con respecto a la medida prequirurgica, lo que se correlaciona en los datos encontrados por Koller et al cuyos sus resultados reportan un aplanamiento de 1 dpt posterior al procedimiento, cabe mencionar que en queratoconos grado III que comprendan curvaturas entre 54.00 y 58.00 se produce una estabilización de la ectasia, sin evidenciar un aplanamiento significativo <sup>{33}</sup>.

Wittig-Silva et al. Publicaron el primer estudio aleatorizado y controlado de crosslinking estandar, donde encontraron en promedio cambios en la K-max al 1 año de -1.45 D y +1,28 D en el los grupos de tratamiento y de control, no reportaron fracaso en ningún procedimiento. <sup>{44}</sup>.

Coskunseven et al realizan el primer estudio donde se trató un ojo con Crosslinking estandar y se utilizó el ojo contralateral como control en 29 pacientes. En cada paciente, se eligió el ojo con queratocono más avanzado para el tratamiento y no hubo aleatorización. Después de un período de 9 meses, la K-max en el grupo tratado se redujo en un 1,57 D y no cambió en el grupo control. En 1 año, el cambio medio en la K-max era -0,22 D en el grupo tratado y +0,41 D en el grupo de control. En 3 casos (12%), el crosslinking no tuvo éxito, y el queratocono progresó a pesar del tratamiento. Al igual que en otros estudios, se observó una disminución en K-max ( $> 0,5$  D), lo que se puede asociar con un ligero incremento en la agudeza visual mejor corregido. La mayoría de los ojos no tratados (grupo control) demostraron aumentos en K-max, la progresión del queratocono y la disminución de la agudeza visual mejor corregida. <sup>{45}</sup>.

Las elevaciones anteriores y posteriores se mantienen estables, estadísticamente no tienen ningún cambio y sus medidas asumen una mínima variación dentro de los cuatro periodos de tiempo evaluados.

En éste estudio, el estado refractivo, mostró una evolución similar en el pre operatorio comparado con el post operatorio a los seis meses. A los doce meses hubo una leve mejoría principalmente en defectos altos como la miopía y el astigmatismo, precisamente en estos pacientes se evidencio un leve incremento de la agudeza visual no corregida; esto se correlaciona con Saffarian<sup>{46}</sup> quien en su estudio mostro significativa mejoría en la agudeza visual y los resultados de refracción debido a una disminución en el astigmatismo irregular después de CXL.

Igualmente otro estudio Tavera <sup>{47}</sup>, evidencio una disminución similar en el estado refractivo a los estudios anteriores, en el valor de la esfera de -0.75 dpt y de -0.18dpt en el valor cilíndrico de 28 ojos (15) pacientes con queratocono.

En la presente investigacion todos los sujetos tuvieron grosor de la córnea mayor a 400 micras. Los umbrales citotóxicos calculados para la energía UVA son para los queratocitos de  $0,5 \text{ mW/cm}^2$  produciéndose citotoxicidad en las 270  $\mu\text{m}$  superficiales del estroma corneal, y para el endotelio  $0,3 \text{ mW/cm}^2$ , citotoxicidad solo si la córnea es de un grosor menor 350  $\mu\text{m}$ , se considera un colchón de seguridad añadir 50  $\mu\text{m}$ , por lo que no debiera realizarse cross-linking en corneas de menos de 400  $\mu\text{m}$ . <sup>{48}</sup>.

En las condiciones pre y post quirúrgicas no hubo diferencia estadísticamente significativa y clínicamente no se presentó un cambio importante entre los espesores corneales tanto en el ápex, como en el punto más delgado, estos resultados difieren con un estudio donde dice que los cambios paquimétricos al año fueron significativos, al igual que los encontrados por Vinciguerra et al, quienes argumentan que inicialmente se presenta una disminución de la paquimetría por la reducción de los espacios interlaminares, pero posterior al año reportan un aumento en la paquimetría debido al incremento del diámetro de las fibras de colágeno.<sup>{49}</sup>.

En India Bhandari et al realizaron un estudio de microscopía confocal comparando la técnica convencional de crosslinking y el acelerado, ambos evidenciaron disminución de la densidad de queratocitos 1 mes después del tratamiento. Tres meses después del procedimiento mostraban la repoblación progresiva de queratocitos en la zona tratada hasta completar lo largo de los 6 a 9 meses sin daño celular endotelial. En conclusión el estudio microscópico confocal en el crosslinking acelerado mostró resultados similares a los del convencional.<sup>{50}</sup>.

Mazzota et al reportó una disminución en la K máxima de 1.2 dpts un año posterior al tratamiento de crosslinking acelerado, donde también demostraron que el crosslinking acelerado es una técnica segura para el endotelio corneal, en menor tiempo de exposición, exponiendo buena tolerancia en los pacientes tratados y estabilización de la progresión de la ectasia.<sup>{35}</sup>.

Waszczykowska A et al mostró después de 2 años de seguimiento en pacientes intervenidos con crosslinking acelerado que no se observó ningún efecto significativo del procedimiento en la mejora funcional y de parámetros topográficos del ojo. En cambio se evidencia un aplanamiento significativo de la córnea en el 18,7 % de los pacientes manifestándose la necesidad que el seguimiento se debe realizar a largo plazo<sup>{51}</sup>.

## 8. CONCLUSIONES

El crosslinking es una alternativa que se ha venido implementando desde la última década, orientado a detener y/o ralentizar la progresión de la ectasia corneal y así mismo en algunos casos generar un aplanamiento en la curvatura máxima de la córnea que puede dar lugar a la mejoría en la agudeza visual y cambio del estado refractivo.

El principal cambio encontrado en este estudio fue una disminución en el promedio de la  $k_2$  de aproximadamente 1.25dpt, lo que se correlaciona con estudios mencionados anteriormente donde se evidencia un aplanamiento de la queratometría máxima.

Se observó que esta técnica tiene mejores resultados en ectasias tipo queratocono grado I-II, cuyos cambios se comprueban principalmente al año del procedimiento, donde se muestra una estabilización en las variables medidas.

En queratocono grado III se evidencio una estabilización de la progresión de la ectasia, sin mostrar un aplanamiento estadísticamente significativo, esto se correlaciona con estudios anteriores, donde se evidencia que en corneas con curvaturas mayores a 58.00dpt no es viable la utilización de esta técnica.

No se obtuvieron cambios estadísticos ni clínicamente significativos de las variables elevación anterior y posterior, paquimetría, y estado refractivo; para ello es importante realizar estudios y seguimientos a mayor tiempo.

## 9. GLOSARIO

**Apoptosis:** Modalidad específica de muerte celular programada.

**Blefaróstato:** Instrumento que se utiliza para mantener abierto los párpados y exponer el globo ocular.

**Crosslinking:** Tratamiento que consiste en aplicar rivoftavina y luz UVA sobre la córnea.

**Estroma:** Trama o armazón de un tejido que sirve de sostén para los demás elementos celulares.

**Fotosensibilizador:** instrumento que genera e incrementa los efectos de la radiación luminosa.

**Necrosis:** Degeneración de un tejido por muerte de sus células.

**Queratocito:** célula corneal que se encuentra en el estroma.

**Riboflavina:** Vitamina hidrosoluble también conocida como vitamina B2

## 10. RECOMENDACIONES

- En éste tipo de estudios se debe evitar que los exámenes sean realizados por diferentes profesionales de la salud, como controles, cirugías, diagnósticos, etc. para así llevar un mejor control de sesgo y garantizar que siempre sea el mismo optómetra u oftalmólogo que realicen los procedimientos.
- Efectuar actividades por parte del estado que fomenten la realización periódicamente de exámenes visuales en niños con factores de riesgo o predisposición ya sea que posean antecedentes familiares, que vivan en zonas altas y por ende más expuestas a los rayos solares o que se froten a menudo los ojos para descartar o diagnosticar precozmente el queratocono, pues se debe recordar que es una enfermedad que en sus inicios no da síntomas pero que es progresiva.
- Determinar la incidencia y prevalencia en la población colombiana de patología ectásica, ya que actualmente no se cuenta con datos ni estudios epidemiológicos que den un balance de ello. De esta manera se tendrá una estadística cercana a la realidad de esta enfermedad en nuestro país.
- Realizar actividades de promoción y prevención de salud visual acerca de las ectasias corneales en las áreas donde hay mayor prevalencia de estas enfermedades, para poner a disposición de la población programas de información y concientización sobre el frotamiento de ojos y consecuencias de este, educando así a padres y niños sobre los efectos que puede resultar de esta práctica, si bien no todas las personas que se froten los ojos presentarán queratocono esta acción no es recomendable.

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Marero E, Sánchez O, Barrera BR, Díaz S, Somoza J. Caracterización de pacientes con queratocono. Medisan. 2011 Diciembre; 15(12).
2. Vanegas S. Una revisión del queratocono. Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular. 2009; 7: p. 95-106.
3. Reyna D. Diagnóstico y Manejo del Queratocono. CENETEC México: Secretaría de Salud. 2010 Mar.
4. Hernández B. Queratocono: Caracterización clínico epidemiológica y topográfica. Revista Infociencia. 2015 octubre-diciembre; 19((4)): p. P. 2-10.
5. Ithar M, Beshtawi CO. Biomechanical properties of corneal tissue after ultraviolet-A-riboflavin crosslinking. J CATARACT REFRACT SURG [Internet], 2013 [citado 22 Ene 2016]; 39:451-461. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/236059378\\_Biomechanical\\_properties\\_of\\_corneal\\_tissue\\_after\\_ultraviolet-A-riboflavin\\_crosslinking](https://www.researchgate.net/publication/236059378_Biomechanical_properties_of_corneal_tissue_after_ultraviolet-A-riboflavin_crosslinking)
6. Mohammad A. Seyedian S .Corneal Collagen Cross-Linking in the Treatment of Progressive Keratoconus: A Randomized Controlled Contralateral Eye Study. Middle East African Journal of Ophthalmology, 2015; 22(3): 340-345.
7. Caporossi, B. M. Long-term Results of Riboflavin Ultraviolet A Corneal Collagen Cross-linking for Keratoconus in Italy: The Siena Eye Cross Study. American Journal of Ophthalmology[Internet], 2010 [citado 22 Ene 2016]; 585-593. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4502088/>
8. Jareño M. Efectividad del crosslinking del colágeno corneal en el tratamiento del queratocono. Revista Cubana de Oftalmología. 2012, n.2;; vol.25(n.2): p. Pp. 243-253.
9. Valencia MM. Queratocono: una revisión y posible situación epidemiológica en Colombia. NOVA - PUBLICACIÓN CIENTÍFICA EN CIENCIAS BIOMÉDICAS. 2007 julio-diciembre; VOL.5 (No. 8 ). Valencia, JM. Resultados visuales de los segmentos intraestromales para el queratocono. Universidad industrial de santande [Internet], 2010 [citado 4 Jun 2016]. Disponible en <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/10161/2/134410.pdf>

10. Chancusi APV. Conjuntivitis alérgica como factor de riesgo para el desarrollo de queratocono en pacientes de 5 a 20 años de la Clínica Oftálmica de Quito de Noviembre a Diciembre de 2014. Disertación previa a la obtención del título de Médico. Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador ; 2015.
11. Millodot M, Shneor E, Albus S, et al. Prevalence and associated factors of keratoconus in Jerusalem: A cross-sectional study. *Ophthalmic Epidemiology* 2011; 18:91-97.
12. Santodomingo, C. V.-J. (2010). La córnea. Parte I Estructura, función y anatomía microscópica. Madrid: gaceta optica.
13. Ramírez, M. T. (2007). Ectasias corneales. *Med UNAB* Vol. 10 Número 2, 110-116.
14. Murph, J. More Details on Dua's Layer of the Cornea. Review of optometry [Internet], 2013 [citado 9 Abr 2016];4-6. Disponible en <https://www.reviewofoptometry.com/article/more-details-on-duaand8217s-layer-of-the-cornea-41849>
15. Sayas, M. Á. (2013, enero). Estudio de la biomecánica corneal: relación entre las propiedades biomecánicas corneales, determinadas mediante el analizador de respuesta ocular ora y la patología ocular. Universidad de Zaragoza.
16. Mongestern AN .How corneal biomechanics affects keratoconus and ectasia. *Optometry Times* [Internet], 2015 [citado 9 Abr 2016]; 16,17. Disponible en <http://optometrytimes.modernmedicine.com/optometrytimes/news/how-corneal-biomechanics-affects-keratoconus-and-ectasia?Page=0%2C2>
17. Villarubia C. Ectasia corneal despues de lasik. Hospita larruzafa. 2008
18. Alió JL, Shabayek MH. Corneal higher order aberrations: a method to grade keratoconus. *J Refract Surg.* 2006;22(6):539-45.
19. García, S. M. Lentes de Contacto Blandos en Queratocono –. *Revista panamericana de lentes de contacto* [Internet], 2010 [citado 25 Nov 2015]; 2 (3): 6-10. Disponible en [http://www.rpalc.com/artigos\\_pan\\_3\\_2010/RPALC\\_3\\_2010\\_ART2.pdf](http://www.rpalc.com/artigos_pan_3_2010/RPALC_3_2010_ART2.pdf)
20. Montañez J. Resultados visuales de los segmentos intraestromales para el queratocono.. Universidad industrial de santander. 2010; 34
21. D'alessandro,M. Degeneración marginal de Terrien y queratoplastia laminar compresiva en forma de "C". *Oftalmología Clínica y Experimental*, (2009); 2 ( 4), 160.

22. Rabinowitz, YS, Videokeratography database of normal human corneas", *British journal of ophthalmology*, 1996; 80 (7): 610-616.
23. Wang M. *Corneal topography in the wavefront era: a guide for clinical application*. Segunda ed. Nashville, Tennessee: SLACK Incorporated: Thorofare; 2006
24. Dave T. Current developments in measurement of corneal topography, *Contact lens anterior eye*, 1998; 21:13-30.
25. Gobbe M. "Corneal wavefront aberration measurements to detect keratoconus patients", *Contact lens anterior eye*, 2005; 28 (2): 57-66.
26. Grewal SP. Evaluacion de patologias del segmento anterior usando Pentacam. *Highlights Ophthalmology* [Internet] , 2008 [citado 25 Nov 2015]; 36 (1): 17-20. Disponible en: [http://www.oculus.de/en/downloads/dyn/oculus/presse/180/grewal\\_spanish.pdf](http://www.oculus.de/en/downloads/dyn/oculus/presse/180/grewal_spanish.pdf)
27. Dong JM .Comparison of Anterior Segment Biometric Measurements between Pentacam HR and iolmaster in Normal and High Myopic Eyes. *Plos One* [Internet], 2015 [citado 9 Abr 2016]; 2. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4648517/>
28. Belin M, Ambrosio R. The brains behind the BAD: simplifying pre-operative keratoconus screening. *Ophthalmology Times Europe*[internet], 2009 [citado 14 Feb 2016]. Disponible en: <http://www.oteurope.com/ophthalmologytimeseurope/cornea/the-brains-behind-thebad/articlestandard/article/detail/626901>
29. Alezzandrini A, Frick, M, Della Savia, L., & López, M. Estudio Comparativo de Medición del Espesor Corneal Central Utilizando Paquimetría Ultrasónica y Pentacam. *Sociedad argentina de oftalmología*, 2009; 71-73.
30. Ahmed M, Kotb M. H. Efficacy and Safety of Intacs SK in Moderate to Severe Keratoconus. *Middle East African Journal of Ophthalmology*, 2013; 20(1): 46-50.
31. Farjadnia M N .Corneal cross-linking treatment of keratoconus . *Oman Journal of Ophthalmology* [Internet], 2015 [citado 9 Abr 2016]; 8 (2):86-91. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4640047/>
32. Ruiz, J. C., Leyva, E. T., Pérez, A. D., Parra, Z. P., Hernández, S. M., & Villalón, S. M. (2009). Resultados del tratamiento con anillos de Ferrara en. *Revista Cubana de Oftalmología.*, 84-94.

33. Koller T .Flattening of the cornea after collagen crosslinking for keratoconus. J CATARACT REFRACT SURG, 2011; 37 : 1488-1492.
34. Viswanathan DN .Outcome of Corneal Collagen Crosslinking for Progressive Keratoconus in Pediatric Patients. Biomed Research International [Internet], 2014 [citado 15 Nov 2015]; 2014: 1-5. Disponible en <http://www.hindawi.com/journals/bmri/2014/140461/>
35. Mazzotta C. Pulsed vs continuous light accelerated corneal collagen crosslinking: in vivo qualitative investigation by confocal microscopy and corneal OCT. Pulsed vs continuous ACXL for progressive keratoconus[Internet], 2014 [citado 22 Ene 2016]; 1180-1183. Disponible en : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25060847>
36. Shalchi ZX. Safety and efficacy of epithelium removal and transepithelial corneal collagen crosslinking for keratoconus. Eye, 2014; 15-29.
37. O'Brart DM. Corneal Collagen Crosslinking. CML – Ophthalmology, 2012; 22: 73–80.
38. Hashemi HA . Efficacy of Intacs Intrastromal Corneal Ring Segment Relative to Depth of Insertion Evaluated with Anterior Segment Optical Coherence Tomography. Middle East African Journal of Ophthalmology, 2013; 20(3):234-238.
39. Alcon Surgical for Professionals [homepage en Internet]. Estados Unidos; 2001 [actualizada 2013; consultado 20 septiembre 2016]. Disponible en:<http://www.alconsurgical.ca/Wavelight-Oculyzer-II.aspx>
40. Avedro [homepage en Internet]. Estados Unidos; 2007 [actualizada 2016; consultado 20 septiembre 2016]. Disponible en: <http://avedro.com/medical-professionals/products/kxl/>
41. Carney LG, Mainstone JC, Henderson BA. Corneal topography and myopia. A cross-sectional study. Invest Ophthalmology 1997; 38: 311-320.
42. Cárceles C. Montoya A. Salinas M. Verdú F. Defectos de refracción; Refracción ocular y Baja Visión. 2008; 3:48-50.
43. Rivas P, Rozassa S. Astigmatismo. Revista de Actualización Clínica, 2012 [citado 21 Sept 2016]; 19: 915-919. Disponible en : [http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/raci/v19/v19\\_a01.pdf](http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/raci/v19/v19_a01.pdf)
44. Wittig-Silva C, Whiting M, Lamoureux E, Lindsay RG, Sullivan LJ, et al. A randomized controlled trial of corneal collagen cross-linking in progressive keratoconus: Preliminary results. J Refract Surg, 2008;24:S720-5.

45. Coskunseven E, Jankov MR 2nd, Hafezi F. Contralateral eye study of corneal collagen cross-linking with riboflavin and UVA irradiation in patients with keratoconus. *J Refract Surg*, 2009; 25:371-376.
46. Saffarian L. Corneal Crosslinking for Keratoconus in Iranian Patients: Outcomes at 1 year following treatment. *Middle East African Journal of Ophthalmology*. 2010 ; 17(4).
47. Tavera P. Cambios topográficos, refractivos y de agudeza visual en pacientes con queratocono sometidos a crosslinking y/o implante de anillos intraestromales. *Salud Areandina*. 2012 ; 1(1).
48. Wollensak G., E. Spoerl, et al. «Corneal endothelial cytotoxicity of riboflavin/UVA treatment in vitro.» *Ophthalmic Res* 2003; 35(6): 324-8.
49. Vinciguerra P. Refractive, topographic, tomographic, and aberrometric analysis of keratoconic eyes undergoing corneal cross-linking. *Ophthalmology*. 2009; 116(3):369-78.
50. Bhandari V, Lohia M, Kumar R Sankara H. Effect Of Accelerated Corneal Collagen Cross Linking (CXL) On Corneal Endothelium . *Advances in Ophthalmology & Visual System*, 2015; 3:1-4
51. Waszczykowska A, Jurowski P. Two-Year Accelerated Corneal Cross-Linking Outcome in Patients with Progressive Keratoconus. *BioMed Research International*, 2015; 2015: 1-9

# 11. ANEXOS

## Anexo (1) Historia Clínica

### HC Optometría

**DATOS DEL PACIENTE.**

47156

Apellidos:	Nombres:	Doc.	Id.: CC
Genero:	Nacimiento:	Edad:	
Ciudad:	Dirección:		
Teléfono:	Celular:		
Profesión:	E:Mail:		
Acompañante-Familiar:	Teléfono:		

**MOTIVO DE CONSULTA**

**ANTECEDENTE:**

**ESTADO FORICO** XTD

VISION LEJANA:	VISION PROXIMA:	P.P.C:	cm
----------------	-----------------	--------	----

**AGUDEZA VISUAL SIN CORRECCION**

	VL	VP	PH
OD			
OI			

**RX EN USO**

	VL	VP
OD		
OI		
ADD		

**QUERATOMETRIA**

OD	
OI	
MIRAS QUERATOMETRICAS	DISTORSIONADAS

**REFRACCION**

	ESTATICA	SUBJETIVO	AGUDEZA VISUAL
OD		OD	
OI		OI	
		ADD	
SOMBRA S	TIJERA S AO		

**AUTORREFRACTOMETRO**

OD	
OI	

OJO DOMINANTE		DISTANCIA PUPILAR	
---------------	--	-------------------	--

**PRUEBA DE MONOVISION**

OD:	A.V.L:
OI:	A.V.P:

DIAGNOSTICO:

CONDUCTA:

## Historia clínica de oftalmología

**MOTIVO DE CONSULTA Y ENFERMEDAD ACTUAL:**

**ANTECEDENTES PERSONALES:**

**ANTECEDENTES FAMILIARES:**

**EXAMEN OCULAR - BIOMICROSCOPIA**

	OJO	DESCRIPCION
PARPADOS	DERECHO	
	IZQUIERDO	
APARATO LAGRIMAL	DERECHO	
	IZQUIERDO	
MOVIMIENTOS OCULARES	DERECHO	
	IZQUIERDO	
CONJUNTIVA	DERECHO	
	IZQUIERDO	
ESCLERA	DERECHO	
	IZQUIERDO	
CORNEA	DERECHO	
	IZQUIERDO	
CAMARA ANTERIOR	DERECHO	
	IZQUIERDO	
IRIS	DERECHO	
	IZQUIERDO	
PUPILA	DERECHO	
	IZQUIERDO	
CRISTALINO	DERECHO	
	IZQUIERDO	
FONDO OCULAR	DERECHO	
	IZQUIERDO	
PRESION INTRAOCULAR	DERECHO	
	IZQUIERDO	

**IMPRESION DIAGNOSTICA**

- 1.
- 3.-

**REPORTE DE EXAMENES:  
PLAN DE MANEJO**

## Anexo (2) Consentimiento Informado

Yo

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_ mayor de edad con documento de identidad CC\_\_\_\_ CE\_\_\_\_  
Pasaporte\_\_\_\_ No.\_\_\_\_ actuando en nombre  
propio o como representante legal del paciente  
\_\_\_\_\_.

### DECLARO

1. Por la presente autorizo al Dr.\_\_\_\_\_ para que realice en mí la intervención de cirugía refractiva de **ENTRECruzamiento de Colágeno** que se llevará a cabo en las instalaciones del Centro Ocular de Miopía Dr. Rincón.

2. El Dr.\_\_\_\_\_ me ha explicado la naturaleza electiva y el propósito del procedimiento quirúrgico, sus ventajas y posibles alternativas; también me ha informado las molestias, complicaciones y posibles riesgos, entre otros: empeoramiento de la calidad o del defecto visual, infección, mala epitelización o haze y ojo seco.

3. Alguna consideración especial para mi cirugía:  
\_\_\_\_\_.

4. Autorizo la aplicación de los medicamentos intramusculares que para la cirugía mi cirujano lo considere necesarios.

5. Se me ha explicado el procedimiento de entrecruzamiento de colágeno que tiene por objeto aumentar la resistencia de la córnea y que se realiza buscando evitar el debilitamiento y la deformidad de la misma.

6. He sido advertido de las instrucciones post-operatorias que debo observar. A) utilizar los medicamentos prescritos en la forma indicada. B) Abstenerme, por un término de 45 días de acudir a saunas, jacuzzis, gimnasios y otro medio similar donde corra el riesgo de recibir infecciones en los ojos. C) evitar situaciones de riesgo que puedan propiciar trauma ocular D) abstener de aplicar sobre el ojo, y por término de 45 días delineador, pestañina, o cualquier sustancia de similar naturaleza. E) No exponer los ojos a corrientes de agua, polvo, o cualquier otra situación de polución por el término de 45 días, F) Utilizar gafas y filtro UV por el término de 4 meses durante la exposición de los ojos a rayos solares. G) Que durante los 30 días siguientes a mi cirugía, los controles que se hagan están incluidos. A partir de esa fecha cualquier control tendrá el costo correspondiente.

7. Se me ha dado la oportunidad de hacer preguntas y ellas han sido contestadas satisfactoriamente, así mismo se me ha explicado que no es posible garantizar los resultados esperados para mi intervención, puesto que la medicina no es una ciencia exacta. Por lo anterior entiendo que el defecto visual no se corrige y que la intervención tiene por objeto estabilizar mi patología de base.

9. Finalmente manifiesto **que he leído y comprendido perfectamente lo anterior** y que los espacios en blanco han sido diligenciados antes de mi firma y que **me encuentro en capacidad de expresar mi consentimiento.**

10. He entendido que tengo derecho durante el primer mes del post-operatorio a controles sin cancelar ningún costo, y que transcurridos tres meses de realizado mi procedimiento quirúrgico, debo asistir a la institución a control post-quirúrgico definitivo, donde se hará una nueva valoración de optometría, oftalmología y un nuevo examen de Pentacam cuyo costo será asumido por mí.

---

---

**Firma de paciente o persona responsable**

**Testigo**

**13 CC**

**CC**

Dejo constancia que he explicado la naturaleza, el propósito, las ventajas, riesgos y alternativas al procedimiento quirúrgico a realizar, igualmente he

contestado satisfactoriamente al paciente o persona responsable las preguntas que me han formulado.

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Firma del cirujano:**

\_\_\_\_\_

**Registro médico:**