

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del catálogo en línea, página web y Repositorio Institucional del CRAI-USTA, así como en las redes sociales y demás sitios web de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor, nunca para usos comerciales.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-USTA
Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

**Cambios Tomográficos y de Agudeza Visual con Implante de Segmentos
Intraestromales en Pacientes con Queratocono Intervenidos en una Institución de Salud
Visual en la Ciudad de Bogotá, Entre el Año 2018 y 2019.**

Natalia Cadena Castro, Edgar Nicolas Daza Campos, Ana Lucia Rosales Munar

**Trabajo de grado para optar por el título de
Especialista de Segmento Anterior y Lentes de Contacto**

Directores

Doctor Jesus Andrés Rosas Apraez

Doctora Diana Cristina Palencia Flórez

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ciencias de la Salud

Facultad de Optometría

2021

Contenido

Introducción	10
1. Cambios Tomográficos y de Agudeza Visual con Implante de Segmentos Intraestromales en Pacientes con Queratocono Intervenido en una Institución de Salud Visual en la Ciudad de Bogotá, Entre el Año 2018 Y 2019.....	13
1.1 Objetivos	13
1.1.1 Objetivo General	13
1.1.3 Objetivos Específicos	13
2. Marco Teórico	14
2.1 Córnea	14
2.1.1 Anatomía de la Córnea	15
2.1.2 Epitelio Corneal.....	15
2.1.3 Estroma.....	16
2.1.4 Membrana de Descemet	17
2.1.5 Endotelio.....	17
3. Ectasias Corneales	17
3.1 Definición	17
3.1.1 Clasificación	18
3.1.2 Etiología	19
3.1.3 Prevalencia del Queratocono.....	20
3.1.4 Agudeza Visual en Queratocono	21

3.1.5 Diagnóstico.....	23
3.1.6 Tratamiento con Anillos Intraestromales	25
3.1.7 Características.....	26
3.1.8 Indicaciones	26
3.1.9 Técnica Quirúrgica	26
3.1.10 Valores Tomográficos	27
4. Metodología.....	28
4.1 Selección de la Población	28
4.2 Criterios de Selección	28
4.2.1 Criterios de Inclusión	28
4.2.2 Criterios de exclusión.....	29
4.3 Variables	29
4.3.1 Objetivos y variables	29
4.4 Tabla de Operacionalización de Variables	30
4.5 Análisis estadístico.....	32
4.5.1 Análisis univariado	32
4.6 Análisis crítico del protocolo.....	32
4.6.1 Sesgo de Información.....	32
4.6.2 Sesgo de Selección	33
4.6.3 Sesgo de Medición	33
4.7 Procedimiento	34

4.7.1 Prueba piloto.....	34
4.8 Consideraciones Bioéticas	34
4.8.1 Análisis de Principios Éticos Presentados en el Informe Belmont.....	34
5. Resultados.....	35
6. Discusión	39
7. Conclusiones.....	42
8. Recomendaciones	43
9. Acerca del Apéndice.....	43
Referencias.....	44
Apéndices.....	52

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Objetivos y variables</i>	29
Tabla 2. <i>Operacionalización de variables</i>	30
Tabla 3. <i>Análisis univariado</i>	32
Tabla 4. <i>Valores Pre y Post operatorios totales.</i>	36
Tabla 5. <i>Valores Pre y Post en hombres.</i>	37
Tabla 6. <i>Valores Pre y Post en mujeres.</i>	38

Lista de Apéndice

	Pág.
Apéndice A. <i>Recolección de datos</i>.....	41

Resumen

Estudio epidemiológico descriptivo de serie de casos, de pacientes con queratocono, intervenidos con AIE. Las variables fueron agudeza visual, astigmatismo corneal, asfericidad, ápice corneal, punto más delgado de la córnea. Se evidenció un aumento en la K1 (0.67D) y una disminución en la K2(-2,32D), el ápice mostró un aplanamiento menor a 1 dioptría, mientras que la paquimetría y la asfericidad no mostraron cambios. La agudeza visual sin corrección mejoró más en la población masculina. El implante de AIE mejora la agudeza visual sin corrección, demostrando la efectividad de la técnica quirúrgica al regularizar la forma de la córnea.

Palabras Clave: Queratocono, Segmentos intraestromales, Tomografía corneal, Córnea.

Abstract

Descriptive epidemiological study of a series of cases, of patients with keratoconus, operated on with Intacts. The variables were visual acuity, corneal astigmatism, asphericity, corneal apex, and thinnest point of the cornea. An increase in K1 (0.67D) and a decrease in K2 (-2.32D) were evidenced, the apex showed a flattening of less than 1 diopter, while pachymetry and asphericity did not show changes. Uncorrected visual acuity improved more in the male population. The implant improves visual acuity without correction, demonstrating the effectiveness of the surgical technique by regularizing the shape of the cornea.

Key Words: Keratoconus, Intrastromal Segments, Corneal tomography, Cornea.

Introducción

El queratocono es una condición asociada al cambio en la curvatura y espesor de la córnea de forma anormal (1, 2). Según el consenso mundial de queratocono realizado en 2015, la prevalencia mundial es de 1 por cada 2000 habitantes; sin embargo, existen variaciones de prevalencia en algunas partes del mundo como en Rusia va desde 0.3 por cada 100.000 y de 2.300 por cada 100.000 en India central(3). En Colombia no existen estudios que permitan identificar la prevalencia del queratocono de forma estadística como lo afirman Mora y colaboradores(3).

El método de evaluación más usado para confirmar el diagnóstico y dar seguimiento de esta ectasia es la tomografía corneal, gracias a estos equipos se logran obtener datos relacionados como lo son asfericidad (Q), que define la relación entre la curvatura central y la periférica (4), y valores tanto de K1 como de K2 que describen las curvaturas más planas y curvas correspondientemente (4), estos valores son analizados por medio de algoritmos y han demostrado tener una alta reproducibilidad(2). Otro valor de gran relevancia para el diagnóstico es el comportamiento de la paquimetría, un aspecto clave en esta alteración ya que normalmente afecta justamente el espesor.

Una de las estrategias de rehabilitación visual para el queratocono es el uso de lentes de contacto, sin embargo, en casos de intolerancia a los lentes de contacto se considera la técnica de implante de anillos ya que tiende a mejorar la regularidad de la superficie corneana y una disminución en

el equivalente esférico de la formula (1). La cantidad y calidad visual mejora luego de la implantación de segmentos intraestromales (5).

Para la implantación de los anillos se tienen en cuenta una serie de nomogramas que se basan en la forma de la córnea, el grosor, la asfericidad y el defecto refractivo total, sin embargo,

no se ha definido con exactitud el cambio tomográfico que se presenta en cada paciente. Existen numerosas investigaciones enfocadas a cambios corneales con exámenes paraclínicos múltiples, poblaciones multiétnicas, tiempos de seguimiento variables; que permiten realizar un seguimiento de prevalencia en diferentes partes del mundo, sin embargo, no se cuenta con información suficiente en población colombiana(3).

En diversos estudios se han usado múltiples variables como son, la influencia del diseño geométrico de los diferentes implantes intraestromales (4, 6), la biomecánica en ectasias corneales o el entrecruzamiento de las fibras de colágeno en combinación con el implante de anillos esta última que demuestra el fortalecimiento biomecánico, la mejora morfológica, mejoría de agudeza visual y disminución de aberraciones de alto orden (7). En el año 2018 se realizó un análisis de resultados visuales, refractivos y cambios tomográficos después de la implantación de segmentos intraestromales asistido con láser de femtosegundo en pacientes con queratocono, el cual concluye que el procedimiento es seguro y eficaz para tratar el queratocono (6), lo que conlleva a una mejoría refractiva y visual, en cuanto a las aberraciones ópticas de alto orden no se presenta una diferencia significativa antes y después de la intervención quirúrgica(2), de acuerdo a lo anterior surge la pregunta de investigación:

¿Cuáles son los cambios en los valores tomográficos y de agudeza visual después de la implantación de segmentos intraestromales?

Cuando el manejo quirúrgico se debe contemplar dentro de las opciones necesarias para el manejo de la ectasia del paciente, hay que tener clara la mejor opción; este estudio busca brindar información a los profesionales para saber si su paciente es un candidato apropiado para esta técnica o se debe recurrir a otro tipo de técnica quirúrgica.

Por lo tanto, este estudio es de interés en el aspecto clínico ya que dará a los profesionales de salud visual un estimado de los cambios tomográficos que se podrían obtener de pacientes intervenidos con segmentos intraestromales así como también una correlación con la mejoría funcional en recuperación visual en términos de cantidad y calidad visual.

Es importante conocer qué resultados puede tener el implante de estos dispositivos médicos, ya que, al ver los cambios generados por la cirugía, se debe estar preparado para el abordaje de estos pacientes en el preoperatorio y durante el postoperatorio para la posible adaptación de lentes de contacto.

Adicionalmente, las herramientas actuales con las que cuenta el centro de salud visual hacen posible que se realicen estudios directamente en nuestra población, facilitando así la trazabilidad con equipos de última tecnología, para así ver si la respuesta a los anillos es similar a la de otros países o si por las condiciones sociodemográficas la respuesta varía.

Los resultados muchas veces son bien conocidos por el profesional que realiza la intervención y por ello el porqué de su decisión al seleccionar este manejo, con este proyecto se quiere dar a conocer los resultados de un cirujano, comprendiendo así que cambios puede ocasionar esta cirugía en la población de estudio.

**1. Cambios Tomográficos y de Agudeza Visual con Implante de Segmentos
Intraestromales en Pacientes con Queratocono Intervenidos en una Institución de
Salud Visual en la Ciudad de Bogotá, Entre el Año 2018 Y 2019**

La evaluación de los cambios posteriores al implante de los segmentos intraestromales que se evaluará en el presente estudio está estructurado mediante los siguientes objetivos que se determinaron para el desarrollo del mismo.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Analizar los cambios en los valores tomográficos y de agudeza visual en córneas con diagnóstico de queratocono sometidas a implante de segmentos intraestromales que hacen parte de una base de datos de pacientes fueron operadas en una institución de Bogotá, durante 2018 y 2019.

1.1.3 Objetivos Específicos

- Describir las características tomográficas y la agudeza visual de los datos pre y post colocación del implante de anillos intraestromales de la población de estudio.
- Comparar las características tomográficas y la agudeza visual de los datos pre y post colocación del implante de anillos intraestromales de la población de estudio.

2. Marco Teórico

El sistema óptico del globo ocular está dado gracias a las diferencias entre radios, índices de refracción y distancias entre sus diferentes elementos. El tejido más relevante para este sistema es la córnea; esto debido a su transparencia, regularidad, estabilidad estructural y rol refractivo (8), por tal motivo, se describirán a continuación algunas de sus características.

2.1 Córnea

La córnea está ubicada en la parte anterior del globo ocular, es un tejido avascular compuesto de colágeno y agua en su mayoría, esto le otorga su cualidad de transparencia lo que garantiza una adecuada superficie refractiva, permitiendo así la desviación de los haces de luz incidentes hacia el interior del ojo. A su vez funciona como una barrera de protección contra microorganismos (9).

En promedio el globo ocular está compuesto por un poder refractivo de 60 dioptrías (D) (10), en donde la córnea aporta con su cara anterior alrededor de +49.00 D y la superficie posterior -6.00 D, generando así aproximadamente un poder refractivo total de +43.00D (11), por esto mismo puede ser la mayor fuente de astigmatismo del sistema óptico cuando pierde su forma (12).

Las características anatómicas de la córnea adulta muestran un diámetro horizontal aproximado de 12mm y vertical de 11mm lo que le brinda una forma elíptica (13); dentro de estos, los 4 a 6mm centrales son los más importantes ya que son los que conforman la curvatura más estable, siendo así la zona óptica de visión (10). Geométricamente es una superficie prolata ya que hacia su periferia los radios de curvatura son mayores. La parte central de la córnea tiene un espesor

en promedio de 0,55mm que va aumentando hacia la periferia lo que le permite tener un estado biomecánico óptimo (14).

La córnea es la estructura más inervada en el cuerpo, los nervios son responsables de las sensaciones al tacto, dolor y temperatura, así mismo juegan un papel importante en el reflejo del parpadeo, la cicatrización de heridas y la secreción y producción lagrimal (15).

2.1.1 Anatomía de la Córnea

La córnea tiene 5 capas, desde la más anterior hasta la parte posterior están: el Epitelio Corneal, Membrana de Bowman, Estroma corneal, Membrana de Descemet y Endotelio corneal. Cada capa se encuentra estrechamente entrelazada y cada una de ellas tiene una función determinada. Aunque recientemente fue descubierta una nueva capa (16), la clasificación más aceptada no tiene en cuenta la Dua como una capa por separado.

2.1.2 Epitelio Corneal

Es un tejido escamoso estratificado, no queratinizado con un espesor de 50 μm equivalente al 5-10% del espesor corneal total (12), está formado por 3 tipos celulares: sobre la membrana basal se encuentra una capa de células basales que tienen capacidad mitótica, cuando empieza la división celular, las células comienzan a desplazarse hacia la superficie de la córnea diferenciándose en células Aladas. Las células basales se originan a partir de células madre localizadas en la periferia de la córnea. El proceso de diferenciación toma entre 7 - 14 días (12).

Las células Aladas, reciben su nombre por la forma prolongada de sus laterales simulando unas alas, forman entre 2 a 3 capas de células poligonales con núcleo ovoide, se caracteriza por tener tonofilamentos de queratina intracelulares, posee uniones intercelulares como

los desmosomas, esta unión impide el paso de líquido a través del epitelio y así garantiza la resistencia a la penetración de cuerpos extraños y microorganismos (9).

Las células superficiales, son células delgadas y aplanadas de 4 a 5 μm de grosor, le otorgan a la superficie de la córnea una apariencia irregular, las células superficiales están cubiertas de microvellosidades al cual se van a adherir el glucocalix (17).3.1.4 Membrana de Bowman

La membrana de Bowman está localizada debajo de la membrana basal, tiene un espesor de 12 μm aproximadamente, esta membrana acelular contiene fibras de colágeno distribuidas al azar, su función es mantener estable la superficie corneal anterior, la membrana de Bowman tiene poca capacidad regenerativa por esta razón una alteración en la membrana produciría irregularidades y opacidades(18).

2.1.3 Estroma

El estroma corneal es la capa que más aporta a la estabilidad corneal puesto que aporta un 90% de su espesor (13), está compuesto por una matriz extracelular formada por fibras de colágeno tipo I y tipo V que se entrecruzan con fibras de colágeno tipo VI y proteoglicanos como el decorin y el lumican. La disposición regular de las células estromales y las macromoléculas son necesarias para la transparencia de la córnea. Los queratocitos en el estroma varían en densidad y tamaño formando una red a través de la córnea responsable de mantener la biomecánica. Los fibroblastos se localizan entre las lamelas de colágeno, estos se encargan de digerir las moléculas estromales. El estroma posee un contenido acuoso del 78% lo que le proporciona su transparencia (12).

2.1.4 Membrana de Descemet

Es la membrana basal del endotelio corneal, tiene un espesor promedio de 10 a 12 micras en un ojo adulto debido a que va aumentando de grosor durante la vida(12). Está compuesta de colágeno tipo IV, laminina y fibronectina que es la encargada de la adhesión de las células endoteliales a la membrana(18).

2.1.5 Endotelio

El endotelio está compuesto de un mosaico de células de forma hexagonal que no proliferan en vivo, su función es mantener la transparencia de la córnea mediante dos mecanismos: actuando de barrera contra el humor acuoso y actuando como bomba de intercambio de nutrientes (12); una disminución en la densidad celular o alteración de la forma de las células puede ocasionar un edema, la densidad de estas células disminuye con la edad, también puede verse reducida con traumas o cirugías (13). La pérdida de células resulta en el consecuente alargamiento de las células vecinas para cubrir el área faltante.

3. Ectasias Corneales

3.1 Definición

Es una irregularidad en la córnea por una falla biomecánica y crónica del funcionamiento del tejido provocada por múltiples factores tales como predisposición genética, cirugías refractivas, traumas mecánicos y/o cuadros inflamatorios(13), que resultan en el incremento en la curvatura y disminución del espesor corneal, llevando a una protrusión progresiva que conduce usualmente a defectos astigmáticos irregulares, aberraciones ópticas y por ende mala visión aún

con corrección óptica (2). De acuerdo a su magnitud va acompañado de una alteración de la función normal de algunas de las capas que componen la córnea (11), dichos cambios pueden ser notablemente asimétricos (19).

Las fibras de colágeno se ven reorganizadas y remodeladas en su disposición, en donde hay menos enlaces lamelares y una pérdida significativa de las conexiones de laminillas en la capa de Bowman (20).

3.1.1 Clasificación

Las ectasias corneales se pueden clasificar en queratocono, queratoglobo y en degeneración marginal pelúcida, entidades diferenciadas de acuerdo a su patrón de simetría, regularidad y progresión paquimétrica (1).

El queratocono o también llamado ectasia axial se considera una alteración central o paracentral que se caracteriza por un aumento progresivo de la curvatura corneal acompañada de un adelgazamiento estromal, generalmente inicia en la pubertad y podría terminar en una opacidad. Las ectasias generalizadas, también conocidas como queratoglobo, son un adelgazamiento difuso de limbo a limbo que en su presentación infantil se asocia al síndrome de Ehlers-Danlos. Finalmente, la degeneración marginal pelúcida es una ectasia periférica caracterizada por un adelgazamiento excéntrico sin opacidad (21).

Los queratoconos son las ectasias más estudiadas a lo largo del tiempo, por tal motivo se podrán encontrar diversas referencias para su clasificación de acuerdo a la forma y magnitud, por ejemplo: Amsler-krumeich se basa en la cantidad del defecto refractivo, la queratometría promedio, la paquimetría en ápice y la presencia de los hallazgos clínicos (22). Por otro lado, la clasificación ABCD tiene en cuenta los siguientes valores: el radio de curvatura anterior y

posterior, paquimetría en el punto más delgado, mejor agudeza visual alcanzada con corrección y presencia o ausencia de cicatrices (23).

3.1.2 Etiología

Al ser el queratocono una enfermedad multifactorial asociada a diferentes factores genéticos y ambientales que generan alteraciones y desequilibrio de las moléculas proinflamatorias y antiinflamatorias, activación de las enzimas que causan la degradación de la matriz extracelular y estrés oxidativo, se podrán encontrar uno o más de estos factores en el mismo paciente (24).

El análisis de cadenas de ADN ha demostrado mutaciones en hasta 28 genes relacionados con el queratocono, cada uno con diferentes grados de asociación y dependiente de cada raza (25). Algunas de estas mutaciones alteran la codificación de interleuquina 1, otras las proteasas, los inhibidores de proteasas y la composición del colágeno (26).

Se ha demostrado la relación entre queratocono y alteraciones sistémicas de origen genético como síndrome de Down, amaurosis congénita de Leber y algunos desórdenes del tejido conectivo como el síndrome de Ehlers-Danlos, Marfan y osteogénesis imperfecta (27).

También se han encontrado asociaciones entre queratocono y desórdenes autoinmunes como artritis reumatoidea, colitis ulcerativa, hepatitis autoinmune, tiroiditis de Hashimoto, artropatía y síndrome de Bowel, esto demuestra el papel que juega el sistema inmune en la patogénesis del queratocono (27).

La respuesta inflamatoria observada en la superficie ocular demuestra altos niveles de actividad proteolítica, niveles aumentados de citoquinas proinflamatorias, moléculas de adhesión celular, metaloproteinasas de matriz (MMP), glicoproteínas y proteínas transportadoras. La MMP 9 es una de las enzimas que degradan la matriz extracelular producida por el epitelio corneal y

reguladas por la IL-6. El TNF α se considera un factor patogénico importante en la inflamación corneal aumentando la expresión de MMP-9(28). De acuerdo a esto se sabe que hay respuesta inflamatoria en casos de queratocono, cuestionando así la definición en la que se dice que no es una enfermedad inflamatoria (24).

Junto con la respuesta inflamatoria se ha encontrado que la córnea presenta estrés oxidativo en pacientes expuestos a radiación UV intensa, mostrando una mayor incidencia de queratocono con relación a pacientes donde la exposición es mucho menor. Las córneas con queratocono tienen una incapacidad para procesar las especies reactivas de oxígeno dando lugar a un daño oxidativo y desencadenando alteración de varias proteínas, aumento de la acción de enzimas y apoptosis (27, 29).

Se ha asociado el queratocono a alergia, asma, eczema y fiebre de heno sin encontrar una relación directa entre estos, por lo que la hipótesis es que está asociado al frote ocular en respuesta a dichas alteraciones(27, 30). Este microtrauma genera un aumento en la temperatura corneal y altera el epitelio permitiendo la liberación de citoquinas que cambian las fuerzas biomecánicas y adelgazan el tejido (29). También se ha descubierto que el frote ocular aumenta el nivel de mediadores inflamatorios en lágrima como la MMP-13, TNF- α . (26, 27).

3.1.3 Prevalencia del Queratocono

Según el consenso mundial de queratocono realizado en 2015, la prevalencia mundial es de 1 por cada 2000 habitantes; sin embargo, existen variaciones de prevalencia en algunas partes del mundo que van desde 0.3 por cada 100.000 en Rusia a 2.300 por cada 100.000 en India central(1). Un metanálisis reporta que la prevalencia de queratocono era 3 veces más común en los grupos étnicos iraníes como los turcos, árabes y kurdos(4).

La raza, parece ser un factor de riesgo importante como se indicó anteriormente. Los asiáticos (personas de India, Pakistán y Bangladesh) tienen una prevalencia 4.4–7.5 más alta que los caucásicos(31). Otros autores han sugerido que las diferencias en la exposición a la luz ultravioleta, según la latitud en el globo terrestre, podrían explicar las diferencias en la prevalencia según la localización geográfica (32).

La evidencia ha demostrado que el inicio de la enfermedad es entre 20 y 30 años. Algunos estudios informan una mayor prevalencia en pacientes masculinos (33).

Existen pocos estudios en América Latina sobre la prevalencia del queratocono(3), un estudio en México reporta predominio del sexo masculino 58.43 % y la edad promedio de diagnóstico y aparición de los síntomas fue de 24.5 años(34); en Bolivia se reporta un predominio del sexo femenino con queratocono con un 57,6% de presentación(35). Un estudio en República Dominicana identificó que la edad más afectada fue entre 20-29 años con un 69.6% de los pacientes, seguida de los menores de 20 años con 13.7% sin encontrar diferencia significativa entre los dos sexos(36). En Argentina se reporta una prevalencia de 260/100.000 habitantes con una edad promedio del diagnóstico de queratocono de 24,5 años en donde el sexo masculino fue el de mayor incidencia (53%), aunque no fue significativa la diferencia de género (37).

En Colombia no existen estudios que permitan identificar la prevalencia del queratocono de forma estadística como lo afirman Mora y colaboradores(3).

3.1.4 Agudeza Visual en Queratocono

La medición de la agudeza visual en pacientes con queratocono puede ser influida por factores como la irregularidad de la córnea, la adaptación neural de los pacientes y la inclinación de la cabeza (38).

Según la Evaluación Longitudinal Colaborativa de Queratocono (CLEK), tras hacer un seguimiento de 7 años, pudo determinar que la agudeza visual tiene una disminución lenta y progresiva que se hace más evidente al tomar agudeza visual de bajo contraste (39).

Igualmente se ha determinado que a mayor grado de queratocono la reducción de agudeza visual será mayor (40). Recordando que la córnea aporta alrededor del 70% del poder dióptrico, una alteración en ella impactara en la cantidad (defecto esfero cilíndrico) y calidad visual (sensibilidad al contraste, aberraciones de alto orden). Las aberraciones de alto orden producidas por la irregularidad de la superficie corneal más frecuentes son: el coma, el trefoil y la aberración esférica (41).

Esta es la principal razón por la cual se buscan estrategias para corregir el queratocono, ya que su impacto a nivel visual también tiene un impacto en la calidad de vida de los pacientes quienes se sienten limitados para las tareas cotidianas debido a la disminución en su capacidad visual (42).

La sensibilidad al contraste tiene una mayor correlación con los parámetros de forma corneal que con la agudeza visual (43).

La calidad de visión medida mediante el MTF se reduce aún en presencia de queratoconos frustros comparados con ojos sin alteración (44) con lo que se evidencia el detrimento en la calidad visual aún en etapas tempranas. Igualmente se pudo demostrar que en los diferentes grados de queratocono se encuentra una marcada disminución de los índices de calidad visual y que esta puede ser una herramienta de detección temprana para esta alteración (45).

3.1.5 Diagnóstico

Para el diagnóstico de ectasia se tienen en cuenta hallazgos clínicos tales como: síntomas, signos observados en biomicroscopia, refracción y valores o índices brindados por la tecnología disponible. Estos equipos brindan información complementaria como aberraciones ópticas corneales y oculares, biomecánica corneal, tomografías de coherencia óptica y la tomografía corneal la cual es de gran importancia por su alta especificidad y sensibilidad en el análisis de índices relacionados para detectar alteraciones corneales (46).

Dentro de la semiología médica hay síntomas visuales que se relacionan con el grado de ectasia, estos pueden estar ausentes en etapas iniciales o pueden generar sensibilidad a la luz, disminución lenta y progresiva de la visión no recuperable con anteojos, cambio frecuente de la corrección óptica, prurito y pérdida de tolerancia al lente de contacto (47).

Al observar en biomicroscopia los signos clínicos se presentan según el grado del queratocono, inicialmente se observa signo de Charleaux o gota de aceite donde se evidencia un reflejo oscuro-rojizo en el área de la ectasia. El anillo de Fleischer es un anillo de deposición de pigmento de hemosiderina y ferritina que se acumulan en la base del cono dentro y alrededor de las células epiteliales basales (13).

También se puede observar con mayor facilidad las fibras nerviosas (mielinización de fibras nerviosas) que forman una red de líneas grises más prominentes (48) aunque la densidad del plexo nervioso subbasal se disminuye significativamente de acuerdo a la severidad del queratocono (49).

En casos avanzados puede ser evidente el signo de Munson, en el que al pedir al paciente mirar hacia abajo y se observa la protrusión del borde del párpado inferior; en el signo Rizutti se

observa una reflexión cónica sobre la córnea nasal cuando la luz se emite desde el lado temporal (28).

Los últimos signos a encontrar son las estrías de Vogt ubicadas en el estroma profundo, de orientación vertical, estas son un signo patognomónico de queratocono en sus últimos estadios que se pueden identificar por la desaparición de las mismas a la digitopresión suave (13); posteriormente la aparición del hydrops no pasa desapercibida puesto que la transparencia corneal se ve perdida al ingresar humor acuoso hacia el estroma por ruptura de la membrana de Descemet causando edema (50).

En retinoscopia las sombras en tijera son propias de la pérdida de ortogonalidad de los ejes queratométricos, lo cual podría sugerir la presencia de una ectasia (51).

La base para la detección del queratocono y su seguimiento es la tomografía basada en la cámara de Sheimpflug, la cual toma imágenes de los 360° aportando datos con los cuales se analiza matemáticamente la córnea.

De acuerdo a la marca de tomógrafo a utilizar los índices pueden variar; sin embargo, existen algunos valores de referencia a vigilar sin importar el equipo utilizado, estos suelen ser: asfericidad (Q), valores de curvatura y elevación anterior y posterior, aberraciones ópticas, índice I-S, punto más delgado y su posición en la superficie corneal (32); estos valores son analizados por medio de algoritmos que han demostrado tener una alta reproducibilidad (23, 32).

El OCT es capaz de medir distancias entre varias estructuras oculares, como por ejemplo espesor de la córnea (28) en donde se demostró que el grosor medio del epitelio corneal y la capa de Bowman fue significativamente menor en ojos con queratocono que en ojos normales (52).

La biomecánica corneal no es más que el análisis de la capacidad para deformarse del tejido corneal y volver a su estado normal teniendo en cuenta la resistencia a dicha deformación, dando

como resultado equipos capaces de brindar información complementaria hacia la impresión diagnóstica de pacientes con córneas más débiles como en el caso de una ectasia (53).

La importancia del uso de equipos para apoyo diagnóstico es muy relevante gracias a la importante comparación que se hace con respecto a bases de datos de numerosos pacientes que bien sea no estén afectados o estén afectados en diferente magnitud quienes al ser puestos en referencia arrojan datos de especificidad y sensibilidad muy altos(54).

3.1.6 Tratamiento con Anillos Intraestromales

Los anillos intraestromales inicialmente se empezaron a implementar en el año 1991 (55) para el tratamiento de Miopía (56) su uso para el tratamiento del queratocono fue propuesto por primera vez en el año 2000 por Joseph Colin (57).

Los anillos intraestromales son pequeños dispositivos de material sintético (PMMA) que producen un incremento del espesor corneal en la periferia e inducen un aplanamiento central, que cumpliendo con el postulado de Blavastkaya la magnitud de la corrección obtenida es directamente proporcional al grosor del anillo e inversamente proporcional a su diámetro (58) lo que significa que a mas tejido implantado y menos diametro del arco, mayor sera el aplanamiento central (59), se implantan dentro del estroma corneal en un 70 a 80% de profundidad para inducir un cambio en la geometría y el poder refractivo del tejido.

La necesidad de aumentar la rigidez y estabilidad en la córnea, es proporcionada por los segmentos intraestromales, en los que aún se interroga si tienen la capacidad de demorar la progresión del queratocono. El reforzamiento de las lamelas periféricas causa un efecto positivo en la estructura corneal, dando una disminución de la asfericidad del cono, una menor asimetría entre meridianos y por ende una mayor agudeza visual, esto último gracias al efecto de reducción de aberraciones de alto orden (53) y la compensación del astigmatismo irregular.

3.1.7 Características

Los anillos de perfil triangular como el Keraring® son muy populares como opción quirúrgica de las ectasias corneales, esto debido a su capacidad de corrección en comparación con los implantes de mayor diámetro, su efecto prismático reduce el deslumbramiento. Se comercializan las siguientes longitudes de arco: 90, 120, 150, 160, 210, 325 y 330°, con diseños simétricos y asimétricos, su selección está dada de acuerdo al nomograma de cálculo.

El material usado para su fabricación es Perspex PMMA, es duradero, ligero, biocompatible, con alta resistencia al envejecimiento y a los cambios de temperatura. Es transparente y tiene un índice refractivo de 1,49 (60).

La mayoría de los anillos de sección triangular están disponible en dos diámetros (5 y 6 mm), según el diámetro que conformen en la disposición entre ellos. Los anillos de 5 mm son isósceles, los anillos de 6 mm son triángulos escalenos. La base plana de los anillos triangulares debe tener una orientación hacia el endotelio corneal (53).

3.1.8 Indicaciones

Los candidatos para el implante de los segmentos intraestromales generalmente son pacientes con queratocono que cumplen la mayoría de los siguientes criterios (61):

Intolerancia a las lentes de contacto, agudeza visual mejor corregida inferior a 20/30, paquimetría corneal mayor a 400 micras en el lugar del túnel, ausencia de cicatrices corneales centrales, sin embarazo.

3.1.9 Técnica Quirúrgica

El procedimiento quirúrgico implica la inserción de los segmentos del anillo en los canales o túneles corneales del estroma profundo usualmente realizados por láser de femtosegundo para garantizar la profundidad del mismo (70 - 80%). Requiere el uso de un rayo láser infrarrojo para

crear cavitaciones intraestromales a través del proceso de fotodisrupción. El centro de la pupila se marca como un punto de referencia, el grosor corneal se mide en el sitio de implantación y se ajusta el sistema de acoplamiento. En el último paso, los segmentos se insertan en cada canal con la ayuda de pinzas especiales (sinsky). Las principales ventajas de la técnica de femtosegundo son el alto nivel de precisión y la mínima manipulación directa del ojo al crear los túneles (61).

El nomograma de cálculo tiene en cuenta parámetros refractivos (esfera, cilindro) y parámetros morfológicos para el implante de anillos (queratometría mínima K1, máxima K2, asfericidad, espesor corneal mínimo) (53).

3.1.10 Valores Tomográficos

El tomógrafo PENTACAM es un equipo que examina la superficie de cara anterior y posterior usando una cámara rotatoria de Scheimpflug, se emplea para la evaluación de alteraciones corneales siendo uno de los más utilizados para el diagnóstico de queratocono por su alta sensibilidad y especificidad, (62) el software muestra una serie de índices que representan cambios morfológicos en córneas con queratocono y es catalogado según la clasificación ABCD (23).

Las lecturas de queratometría simulada (SimK) brindan información similar a la medida por el queratómetro. Se calculan determinando la potencia media a lo largo de cada meridiano en el área central (3 a 4 mm) (63) (64). Dentro de los índices usados en el estudio se encuentra la queratometría central más plana (K1), queratometría central más pronunciada (K2), queratometría máxima (K Max.) este índice indica el punto más curvo de la córnea. La paquimetría corneal en el punto más delgado de la córnea.

4. Metodología

El trabajo de grado titulado “Cambios tomográficos y de agudeza visual con implante de segmentos intraestromales en pacientes con queratocono intervenidos en una institución de salud visual en la ciudad de Bogotá, entre el año 2018 y 2019” pertenece al área de investigación de Cuidado primario de la salud visual y ocular, que se encuentra dentro de la línea de investigación “Evaluación de las intervenciones en la salud visual”.

En este estudio epidemiológico observacional descriptivo de serie de casos, se usó la información de pacientes intervenidos en una institución de salud visual de Bogotá, dicha información se recopiló en una base de datos diseñada para su análisis, con base en archivos de historias clínicas y tomografías realizadas con Pentacam.

4.1 Selección de la Población

La población de estudio fue de pacientes que acudieron al servicio de optometría y oftalmología en una clínica de Bogotá que fueron operados entre el año 2018 y 2019 quienes cumplieron con las siguientes características:

4.2 Criterios de Selección

4.2.1 Criterios de Inclusión

Pacientes con queratocono como único diagnóstico oftalmológico, a los que se les implantaron anillos intraestromales, Pacientes mayores de 18 años, Historias clínicas pre y postoperatorios con todos los datos necesarios para el desarrollo de los objetivos, Ojos operados bajo la misma técnica quirúrgica (femtosegundo), diseño del anillo (simétricos), diámetro de 6mm.

4.2.2 Criterios de exclusión

Ojos con algún tipo de cirugía oftalmológica previa, Complicaciones quirúrgicas, Imágenes de tomografía con confiabilidad baja

4.2.3 Muestra

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia teniendo en cuenta los pacientes que cumplan los criterios de selección dentro de la base de datos entregada por la institución.

4.3 Variables

Las variables identificadas para el estudio se analizarán a continuación.

4.3.1 Objetivos y variables

Tabla 1. *Objetivos y variables*

Objetivos	Variables
Describir los cambios tomográficos previos y posteriores al implante de anillos intraestromales	Asfericidad (Q) 30 ^a K1 K2 Astigmatismo Corneal Ápice Corneal Punto más delgado
Describir los cambios de agudeza visual previos y posteriores al implante de anillos intraestromales	Agudeza visual sin corrección óptica Agudeza visual con corrección óptica

4.4 Tabla de Operacionalización de Variables

En la tabla operacionalización de variables se muestra la relación entre los objetivos del estudio y las variables.

Tabla 2. Operacionalización de variables

<i>Variable</i>	<i>Definición conceptual</i>	<i>Definición Operacional</i>	<i>Clasificación de la Variable</i>
Edad	Es el tiempo que ha vivido una persona al día de realizar el estudio.	Número de años cumplidos, según fecha de nacimiento	Cuantitativa de razón discreta
Género	El diccionario de la RAE divide los sexos en dos: varón y mujer o Femenino o Masculino.	Femenino Masculino	Cualitativa, nominal dicotómica
Antecedente de queratocono	Registro de las relaciones entre los miembros de una familia junto con sus antecedentes médicos.	Si No	Cualitativa, nominal dicotómica
Antecedente de Frote	Asociada con el frote ocular ocasionado por inflamaciones crónicas de la superficie ocular como la alergia ocular que genera microtrauma produciendo aumento en la temperatura corneal y alterando el epitelio, permitiendo la liberación de citoquinas que cambian las fuerzas biomecánicas y adelgazan el tejido.	Si No	Cualitativa, nominal dicotómica
Astigmatismo corneal	El astigmatismo corneal se expresa en dioptrías.	-0.25 en adelante, <-5DPT grado I, >5dpt grado II >8Dpt grado III, >10Dpt grado IV.	Cuantitativa continua

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Clasificación de la Variable
Asfericidad	En una curva cónica es el grado en el que la curvatura varía desde el centro hasta la periferia, bien sea aplanándose o curvándose en los 8 mm centrales.	Valor normal entre -0.25 y -0.40	Cuantitativa continua
Agudeza visual sin corrección óptica	Es la medida de la capacidad para identificar letras o números de acuerdo a una distancia y tamaño estandarizado.	1.0 es el 100% de la visión, inferior a este valor significa reducción de la cantidad de agudeza visual percibida.	Cuantitativa interválica continua
Agudeza visual con corrección óptica	Es la medida de la capacidad para identificar letras o números de acuerdo a una distancia y tamaño estandarizado obtenido con corrección	1.0 es el 100% de la visión, inferior a este valor significa reducción de la cantidad de agudeza visual percibida.	Cuantitativa interválica continua
K1	Es la medida del radio de curvatura más plano de la córnea en unos diámetros determinados en su meridiano horizontal y vertical	Dioptrias (D)	Cuantitativa continua
K2	Es la medida del radio de curvatura más curvo de la córnea en unos diámetros determinados en su meridiano horizontal y vertical	Dioptrias (D)	Cuantitativa continua
Punto más delgado	Es la medida del lugar más delgado de toda la superficie corneal	> 490 micras grado 0 de severidad, >450 grado I, > a 400 grado II, > a 300 grado III, < 299 grado IV	Cuantitativa discreta

4.5 Análisis estadístico

Se realizará un análisis descriptivo, con la medida de tendencia central (media) de cada variable para compararlas entre el pre y el postoperatorio.

4.5.1 Análisis univariado

Tabla 3. Análisis univariado

Variable	Análisis Univariado	Representación gráfica
Edad	1. Evaluar el tipo de distribución con la prueba Shapiro Wilk	Histograma, diagrama de tallos y hojas
	2. Cálculo de la medida de tendencia central: promedio (Distribución normal), mediana (Distribución no normal)	
Astigmatismo corneal	3. Cálculo de la medida de dispersión. Desviación estándar (Distribución normal), Rango intercuartil (Distribución no normal)	
Punto más delgado		
K1		
K2		
Género		
Antecedente familiar de queratocono	Distribución de frecuencias (cálculo de frecuencia absoluta y relativa)	Diagrama de barras, diagrama de sectores
Antecedente de frote		

4.6 Análisis crítico del protocolo

4.6.1 Sesgo de Información

Existe la probabilidad de ocurrencia de este sesgo ya que será un estudio con datos retrospectivos, se atenuará teniendo en cuenta que la información presentada ha sido tomada por

un mismo técnico con experiencia en el manejo del equipo diagnóstico que es calibrado frecuentemente.

4.6.2 Sesgo de Selección

La probabilidad de ocurrencia del sesgo es alta, debido a que se empleará un muestreo por conveniencia, pero cabe precisar que se trata de un estudio tipo serie de casos y la información presentada corresponde a sujetos que han cumplido los criterios de selección establecidos.

4.6.3 Sesgo de Medición

Recolección de muestras: Este sesgo se puede generar debido a un error en la transcripción de los datos de la historia clínica a la base de datos. Para prevenirlo se realizará doble revisión de la base de datos por diferentes investigadores, para eliminar información no coincidente y así evitar errores de digitación.

Uso de instrumentos:

- Las condiciones de luz son controladas.
- El tomógrafo recibe calibración exitosa diariamente.
- La imagen tomográfica cumple con parámetros de repetibilidad y calidad.
- La imagen tomográfica se realiza con el mismo equipo en el mismo consultorio.
- Los profesionales que toman agudeza visual están estandarizados en la toma de medidas por la institución.

4.7 Procedimiento

- Selección de los pacientes dentro de la base de datos otorgada por la institución que cumplan los criterios de selección.
- Extracción de la información requerida para la base de datos diseñada a partir de las variables definidas para dar cumplimiento a los objetivos.
- Doble revisión de la información de la base de datos.
- Ejecución del análisis de resultados.

4.7.1 Prueba piloto

Teniendo en cuenta las particularidades del tipo de estudio y que la información se recolectó de manera retrospectiva, no se consideró necesario la realización de la prueba piloto.

4.8 Consideraciones Bioéticas

De acuerdo a lo planteado en la resolución 8430 del Ministerio de Salud y protección social de la República de Colombia, la presente investigación se clasificaría como Sin riesgo teniendo en cuenta que se trata de un estudio en base a información que ya fue recolectada previamente.

4.8.1 Análisis de Principios Éticos Presentados en el Informe Belmont

Principio de respeto a la autonomía: Al ser un estudio sin riesgo, que no realiza una intervención directa al paciente, no se considera necesario un consentimiento informado como tal. Igualmente, el desarrollo del estudio será aprobado por un comité evaluador que verificará el apropiado uso de la información extraída.

Beneficencia: Promueve investigaciones futuras donde se enfatice en datos alternativos a los evaluados en este estudio, muestra al optómetra como un profesional interesado en los procedimientos quirúrgicos, aunque no sean de su intervención directa.

No maleficencia: Al ser un estudio retrospectivo no se altera ninguna decisión tomada hacia el manejo clínico de cada caso conservando así la integralidad del paciente.

Justicia: El principio se cumple al incluir todos los participantes que se sometieron a la intervención siempre y cuando cumplieran los criterios clínicos, sin realizar ningún tipo de discriminación racial, socioeconómica o cultural.

Confidencialidad de la información: La base de datos no contiene ningún dato que permita identificar al paciente, lo cual garantiza con transparencia la información analizada.

5. Resultados

Se evaluaron un total de 25 ojos (17 derechos y 8 izquierdos), correspondientes a 24 pacientes de los cuales 6 eran mujeres (24%) y 19 hombres (76%).

Los promedios de edad para la población estudiada fueron de 26,7 para los hombres y de 31,8 para las mujeres.

Como hallazgo incidental se logró identificar que el 40% de los pacientes sometidos a este tratamiento admitieron realizar frote constante de sus ojos en algún momento de su vida y el 32% reportó antecedentes familiares de queratocono.

Los datos postoperatorios fueron registrados hasta el mes de la intervención debido a la falta de seguimiento de los casos, bien sea por inasistencia de los pacientes a los controles o porque en controles posteriores no se había solicitado Pentacam para obtener los datos suficientes para el seguimiento.

La muestra obtenida fue reducida debido a que muchos de los pacientes de la base de datos no cumplían con los criterios de inclusión tales como ser mayores de edad o haber sido operados bajo la misma técnica quirúrgica (femtosegundo) lo que no permitía que la población fuera comparable entre sí. Los datos recopilados se representan en las siguientes tablas:

Tabla 4. *Valores Pre y Post operatorios totales*

Valor	Preoperatorio	Desviación Estándar	Postoperatorio	Desviación Estándar	Diferencia
(D) K1	47,25	4,06	48,02	4,64	0,77
(D) K2	52,94	5,24	50,57	4,49	-1,78
(D) Astigmatismo	5,66	2,73	2,54	1,83	-3,12
(D) Ápice	58,54	7,67	57,62	7,49	-0,92
Paquimetría (micras)	466	34,09	469	34,97	3
Asfericidad (Q)	-0,98	0,38	-0,94	0,40	0,04
AV SC (Snellen/Decimal)	20/624 (0,03)	679	20/280 (0,07)	429	(3 líneas de visión)
AV CC (Snellen/Decimal)	20/43 (0,46)	28,9	20/48 (0,41)	47	(0 líneas de visión)

Nota: En la tabla 4, se evidencia la media de cambios entre los datos previos comparados con los posteriores a la cirugía, en donde destaca un aumento en la K1 (D) y disminución en la K2 (D), con la consecuente disminución del astigmatismo corneal. El ápice muestra un aplanamiento menor a 1 dioptría; estos cambios topográficos se acompañan de cambios positivos en la visión sin corrección y muestran estabilidad en la agudeza con corrección. La paquimetría y asfericidad no mostraron cambios.

Tabla 5. Valores Pre y Post en hombres.

Valor	Preoperatorio	Desviación Estándar	Postoperatorio	Desviación Estándar	Diferencia
K1 (D)	47,22	4,59	47,89	5,20	0,67
K2 (D)	52,84	5,94	50,52	5,02	-2,32
Astigmatismo (D)	5,61	3,05	2,62	2,04	-2,99
Ápice (D)	58,67	8,62	57,80	8,33	-0,87
Paquimetría (micras)	471	37,22	476	35,64	5
Asfericidad (Q)	-1,0	0,42	-0,94	0,43	0,06
AV SC (Snellen/Decimal)	20/616 (0,03)	684	20/220 (0,09)	271,08	(4 líneas de visión)
AV CC (Snellen/Decimal)	20/45,26 (0,44)	31,95	20/52,36 (0,38)	53,21	(0 líneas de visión)

Nota: En la población masculina la agudeza visual sin corrección mejoró más que en el promedio general.

Tabla 6. *Valores Pre y Post en mujeres.*

Valor	Preoperatorio	Desviación Estándar	Postoperatorio	Desviación Estándar	Diferencia
K1 (D)	47,35	1,85	48,45	2,45	1,1
K2 (D)	53,23	2,12	50,73	2,46	-2,5
Astigmatismo (D)	5,85	1,55	2,27	1,01	-3,58
Ápice (D)	58,2	3,85	57,0	4,37	-1,2
Paquimetría (micras)	451	15,39	448	24,51	-3
Asfericidad (Q)	-0,89	0,28	-0,95	0,34	-0,6
AV SC (Snellen/Decimal)	20/648 (0,03)	726	20/477 (0,04)	748	(1 línea de visión)
AV CC(Snellen/Decimal)	20/38 (0,52)	17	20/33 (0,60)	9,8	(0 líneas de visión)

Nota: En la tabla 6, se puede observar que K1 se encurvó en el postoperatorio en mayor medida que en las otras tablas; el astigmatismo se reduce más comparado con el promedio general y la asfericidad se hizo más negativa mostrando una córnea más prolata que la población total.

6. Discusión

De la población estudiada se pudo evidenciar una predominancia de ojos con queratocono mayor del lado derecho, lo que se puede correlacionar con lo evidenciado por Argudo (58) en donde se resalta que es importante tener en cuenta la relación existente entre la mano dominante, la fuerza y frecuencia del frote con la severidad del queratocono ipsilateral, destacando también la poca presentación de estos casos en ojos contralaterales o con una severidad menor.

En nuestra investigación también se encontró una mayor presentación del queratocono en sujetos del sexo masculino, los cuales fueron intervenidos a una edad más temprana que a las mujeres. Esto último concuerda con el estudio de Fink (65) quien con base en los datos del estudio CLEK encontró que las mujeres presentaban queratocono a una edad mayor que la de los hombres y con una prevalencia levemente menor que estos.

La queratometría más plana del grupo preoperatorio tuvo un promedio de 47,25 D que se incurvó 0,77 D en el postoperatorio, lo que contrasta con estudios publicados como los de Hashemian (4) y el de Bautista (66) en los que la queratometría más plana luego de la implantación de los anillos se había aplanado aún más y cuyo resultado persiste luego de varios años de seguimiento.

Una posible explicación para este fenómeno encontrado se puede justificar en el efecto Coupling o factor de acoplamiento que hace referencia al aplanamiento del meridiano más curvo con el consecuente incurvamiento del meridiano perpendicular (67).

Caso contrario sucedió con la queratometría más curva que en el preoperatorio tuvo un promedio de 52,35 D y se aplanó 1,78 D, resultado que también ha sido registrado en otros estudios

como el de Tavera (68) y el de Muñoz (69), aunque estos estudios reportan aplanamientos en mayor proporción de acuerdo a su población y metodología empleada.

El astigmatismo encontrado en promedio a los pacientes en el preoperatorio fue de 5,66 D que se reduce a 2,54 D, lo que se relaciona a los valores encontrados por Artigas (5) con un astigmatismo postoperatorio de 2,62 D. Esta reducción en el valor cilíndrico de la refracción permanece a lo largo del tiempo como lo pudo comprobar Rodríguez (70) tras evidenciar que luego de 4 años de cirugía la reducción del astigmatismo permanecía constante.

El ápice postoperatorio presentó una disminución de -0.92 D, datos que tienen una reducción menor a los presentados por Rodríguez (70) en donde se encontró que fue de 3,20 D; así mismo los presentados por Prisant (71) donde se redujo 3.3D.

El grosor corneal promedio fue de 466 micras lo cual se corresponde con lo esperado en queratoconos grado I o mayores según Belin (23). En el postoperatorio los cambios son mínimos, pues la diferencia fue de 3 micras lo cual puedan ser variaciones propias del equipo o del centraje, esto se puede afirmar gracias a estudios de repetibilidad realizados anteriormente como el de Kumar (72) donde se evidencian desviaciones estándar aún más altas que las encontradas en el presente estudio. El implante de anillos intraestromales no genera cambios de espesor en el punto más delgado y esto es debido a que el área donde se encuentra es en la periferia a los puntos más críticos de esa córnea, la función del anillo al estar a la periferia es generar el aplanamiento del área central como lo afirma Giacomini (73), sin alterar el grosor de la córnea.

Por otro lado, la asfericidad promedio preoperatoria (-0,98) mostró corneas hiperprolatas con un valor casi del doble de una cornea sana (-0,46), los queratoconos sometidos a este tipo de cirugías muestran en los diferentes estudios asfericidades más altas como lo destaca Lisa (74), quienes mencionan una alta asfericidad por encima de -1.00 destacándolos como pacientes

óptimos para el implante de los segmentos puesto que se espera reducir aberraciones de alto orden y así repercutir en la calidad de agudeza visual. Aunque dentro de las funciones del segmento intraestromal se ha descrito la disminución de la asfericidad, como efecto de la regularización de la superficie de la cara anterior el resultado encontrado en el presente estudio puede llegar a ser controversial puesto que no hubo cambios en la población total que valga la pena destacar, sin embargo, autores como Lisa (74) mencionan que estos cambios se evidencian claramente hasta después del sexto mes posquirúrgico y la muestra del presente estudio tiene un seguimiento estricto hasta apenas el primer mes postoperatorio. En estudios como el de Utine (75) se postula la estrecha relación entre los cambios de asfericidad, queratometría y equivalente esférico para obtener mejores resultados de agudeza visual.

La agudeza visual sin corrección que en promedio fue de 20/600 mejoró 4 líneas en el postoperatorio, mientras que la agudeza visual con corrección (subjetivo) permaneció estable entre el pre y postoperatorio sin mostrar mejoría. Lo cual coincide con la revisión sistemática realizada en 2019 por Izquierdo en donde se obtuvo una mejoría más evidente en la agudeza visual sin corrección óptica que en la visión con corrección (6).

Según Jarade (76) el resultado final del implante de los segmentos intraestromales se puede ver influenciado por factores como el tipo de anillo, el cirujano, la técnica quirúrgica y el tiempo de seguimiento. Por todo esto las variaciones entre estudios pueden ser importantes para la comparación de resultados, ya que en el mercado existen diferentes opciones de segmentos y los cirujanos pueden tener criterios variables que pueden modificar ligeramente el cálculo del anillo.

Como limitaciones del presente estudio se encuentra el bajo número de pacientes obtenidos para el análisis de la muestra que no lo hace un estudio representativo para la población, al no poderse realizar un muestreo aleatorio.

El tiempo de seguimiento también fue una limitante ya que sólo se evaluaron los pacientes al mes postoperatorio, siendo que la mayoría de los estudios de este tipo evidencian cambios aún después del sexto mes.

Otra de las limitaciones fue la escala de medición de agudeza visual, que al ser tomada en Snellen no permite un análisis estadístico tan exacto como si lo pudiese permitir una escala como el LogMAR.

7. Conclusiones

El tiempo de seguimiento y el tipo de ectasia son otros factores que pueden influir en los resultados de la cirugía, puesto que varios estudios muestran cambios a mediano y largo plazo que permiten evaluar la estabilización del queratocono. De igual forma los cuidados postoperatorios de los pacientes podrían influir en el resultado, aunque no son cuantificables, podrían generar cambios inesperados o complicaciones. Sin embargo, en el estudio actual se puede observar que en un mes ya se evidencian mejoras en la cantidad de agudeza visual sin corrección y una disminución del astigmatismo corneal.

Se puede concluir que efectivamente se reduce el astigmatismo corneal con el implante de segmentos intraestromales debido a un encurvamiento de la queratometría más plana y un aplanamiento de la queratometría más curva. Aunque no se encontró una explicación del por qué ocurre este fenómeno ya que en otros estudios se evidencia un aplanamiento de las dos curvas.

El ápice en el presente estudio no tuvo una relación directamente proporcional a los cambios de curvatura y a la reducción de astigmatismo, pues mostró un comportamiento estable entre el antes y después de la implantación del dispositivo médico.

Se puede afirmar que el implante de anillos intraestromales mejora la agudeza visual sin corrección, demostrando la efectividad de la técnica quirúrgica al regularizar la forma de la córnea,

lo que podría causar una reducción en las aberraciones de alto orden. Además, durante el presente estudio, no se reportaron complicaciones, lo que demostraría la seguridad del procedimiento.

8. Recomendaciones

Para futuros estudios se recomienda siempre tener en cuenta el comportamiento de las aberraciones ópticas de alto orden pre y postoperatorias para evaluar calidad de visión la cual puede influir en la percepción de mejoría del paciente luego del procedimiento. Así mismo el tiempo de seguimiento y el tipo de ectasia son otros factores que pueden influir en los resultados de la cirugía, puesto que varios estudios muestran cambios a mediano y largo plazo que permiten evaluar la estabilización del queratocono. De igual forma los cuidados postoperatorios de los pacientes podrían influir en el resultado, aunque no son cuantificables, podrían generar cambios inesperados o complicaciones. Sin embargo, en el estudio actual se puede observar que en un mes ya se evidencian mejoras en la cantidad de agudeza visual sin corrección y una disminución del astigmatismo corneal.

Igualmente se podría evaluar si la agudeza visual mejora aún más tras la adaptación de lentes de contacto luego de la implantación de anillos o si la agudeza visual obtenida de la adaptación previa a la intervención permanece estable luego de esta. Esto para decidir la pertinencia de la cirugía en función de la agudeza visual.

9. Acerca del Apéndice

En el apéndice A se muestra el formato que se empleó para la recolección de la información de la base de datos de acuerdo a la revisión realizada de cada historia clínica que cumplía con los criterios de selección.

Referencias

1. Gomes JA, Tan D, Rapuano CJ, Belin MW, Ambrosio R, Jr., Guell JL, et al. Global consensus on keratoconus and ectatic diseases. *Cornea*. 2015;34(4):359-69.
2. Vidal R, Universidad de La Salle B. Variaciones en el grado de aberraciones ópticas corneales de alto orden en pacientes diagnosticados con ectasias corneales implantados con anillos intraestromales. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*. 2012;10(1):51-63.
3. Mora M, Bonilla C, Vargas O, Giraldo O. Queratocono: una revisión y posible situación epidemiológica en Colombia *NOVA publ cient* 2007;5 5 185-96.
4. Hashemian SJ, Farshchian N, Foroutam-Jazi A, Jafari ME, Hashemian MS, Hashemian SM. Visual and Refractive Outcomes and Tomographic Changes after Femtosecond Laser-assisted Intrastromal Corneal Ring Segment Implantation in Patients with Keratoconus. *J Ophthalmic Vis Res*. 2018;13(4):376-82.
5. Artigas A. Segmentos intraestromales para el tratamiento del queratocono. Segmentos intraestromales para el tratamiento del queratocono: Javier Casiraghi; 2019.
6. Izquierdo L, Jr., Mannis MJ, Mejias Smith JA, Henriquez MA. Effectiveness of Intrastromal Corneal Ring Implantation in the Treatment of Adult Patients With Keratoconus: A Systematic Review. *J Refract Surg*. 2019;35(3):191-200.
7. Vidal R. Topografía corneal por mejora mediante Pentacam, Análisis e interpretación Clínica. Colombia: Universidad de la Salle; 2018.
8. Villa C, Santodomingo J. La córnea. Parte I Estructura, función y anatomía microscópica. *Gaceta óptica*. 2011;13:454-8.
9. DelMonte DW, Kim T. Anatomy and physiology of the cornea. *J Cataract Refract Surg*. 2011;37(3):588-98.

10. Marin MCP. *Optica Fisiológica: El sistema óptico del ojo y la visión binocular* 2006.
11. Garcia SM. *Lentes de contacto. Teoría y práctica* 2013.
12. American Academy of O. *Basic and Clinical Science Course Complete Set 2019: American Academy of Ophthalmology*; 2019.
13. Boyd S, Gutiérrez A, McCulley J. *Atlas y Texto de Patología y Cirugía Corneal*. 2012.
14. Montalbán R. *Caracterización y validación diagnóstica de la correlación de la geometría de las dos superficies de la córnea humana*. España: Universidad de Alicante; 2013.
15. Shaheen BS, Bakir M, Jain S. Corneal nerves in health and disease. *Surv Ophthalmol*. 2014;59(3):263-85.
16. Dua H, Dalia LA, Gris Tr, Lowe J. Human Corneal Anatomy Redefined : A Novel Pre-Descemet's Layer (Dua's Layer). *Ophthalmology*. 2013;120(9):1778-85.
17. Mannis MJ, Holland EJ. *Cornea E-Book: Elsevier Health Sciences*; 2016.
18. Kaufman P, Alm Albert. *Adler Fisiología Del Ojo: Aplicación Clínica*. España E, editor. España: Elsevier España; 2003.
19. AE Davidson SH, AJ Hardcastle y SJ Tuft. The pathogenesis of Keratoconus. 2014:28 , páginas 189 - 95.
20. Morishige N, Wahlert AJ, Kenney MC, Brown DJ, Kawamoto K, Chikama T, et al. Second-harmonic imaging microscopy of normal human and keratoconus cornea. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2007;48(3):1087-94.
21. Galvis V, Tello A, Aparicio J, Blanco O. *Ectasias Corneales*. 2007; Volumen 10:110-6.
22. Fernández L, Cueto V. *Clasificación del queratocono para su corrección quirúrgica con segmentos de anillo intracorneales tipo ferrara*. España: Universidad de Oviedo; 2016.

23. Belin MW, Duncan JK. Keratoconus: The ABCD Grading System. *Klin Monbl Augenheilkd.* 2016;233(6):701-7.
24. Galvis V, Sherwin T, Tello A, Merayo J, Barrera R, Acera A. Keratoconus: an inflammatory disorder? *Eye (Lond).* 2015;29(7):843-59.
25. Rong SS, Ma STU, Yu XT, Ma L, Chu WK, Chan TCY, et al. Genetic associations for keratoconus: a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports.* 2017;7(1):4620.
26. Balasubramanian SA, Pye, D. C., & Willcox, M. D. P. Are proteinases the reason for keratoconus? *Current Eye Research.* 2010:185-91-.
27. Barbara A. *Controversies in the Management of Keratoconus: Springer International Publishing; 2018.*
28. Alió JL. *Keratoconus: Recent Advances in Diagnosis and Treatment: Springer International Publishing; 2017.*
29. McMonnies Ch, Korb D, Blackie CA. The role of heat in rubbing and massage-related corneal deformation. *Elsevier.* 2012;35, issues 4:148-54.
30. Ariela G-S, Michel M, henor ES. The Epidemiology and Etiology of Keratoconus. *Int J Keratoco Ectatic Corneal.* 2012:7 -15.
31. Georgiou T, Funnell CL, Cassels-Brown A, O'Connor R. Influence of ethnic origin on the incidence of keratoconus and associated atopic disease in Asians and white patients. *Eye (Lond).* 2004;18(4):379-83.
32. Gokhale NS. Epidemiology of keratoconus. *Indian J Ophthalmol.* 612013. p. 382-3.
33. Godefrooij D, de Wit, GA, Uiterwaal, CS, Imhof, SM y Wisse, RPL. Age-specific Incidence and prevalence of Keratoconus: A Nationwide registration Study. *American Journal of Ophthalmology.* 2016(175):169-72.

34. Ruiz M, Verdiguél K, Hernández A. Frecuencia del queratocono y trasplante de córnea. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc* 2010:309-12
35. Guerra G, Ibáñez K, Cárdenas J. Prevalencia de las ectasias corneales en la clínica oftalmológica solex ltda en el primer semestre del año 2013, sucre - Bolivia Bucaramanga, Colombia: Universidad Santo Tomás Bucaramanga 2016.
36. Díaz MW, Xavier Félix Castillo; La Incidencia de queratocono en los centros de salud Doctor Vinicio Calventi, Central Fuerzas Armadas y Oftalmología Avanzada, marzo-septiembre, 2016 [Doctoral]. República dominicana: Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña 2016.
37. Pussetto A, Rossi M, Ciani J, M M. Alta prevalencia de pacientes con queratocono en la población de la ciudad de Paraná, Entre Ríos. *Oftalmología Clínica y Experimental*. 2011;4.4(ISSN 1851-2658):138-49.
38. Amanzadeh K, Elham R, Jafarzadepur E. Effects of single-segment Intacs implantation on visual acuity and corneal topographic indices of keratoconus. *Journal of Current Ophthalmology*. 2017;29(3):189-93.
39. Larry J, Kenneth B, Brad S, Carol E, et-al. Longitudinal Changes in Visual Acuity in Keratoconus. *investigative ophthalmology & vision science and ARVO*. 2006;47(2):489-500.
40. Liduma S, Artis L, Gunta K. Keratoconus stage impact on visual acuity and contrast sensitivity. University of Latvia. Houston, Texas, EE. UU. UU.2020.
41. Jinabhai A, Radhakrishnan H, O'donnell C. Higher-Order Aberrations in Keratoconus:A Review. *Optometry in Practice*. . *Optometry in Practice*. 2009;10:141–60.
42. Aydin S, Altun A, Gencaga T, Akkaya S, Sengor T. Vision Related Quality of Life in Patients with Keratoconus. *Hindaway, Journal Ophthalmology*. 2014;2014:7.

43. Liduma S, Luguzis A, Krumina G. The impact of irregular corneal shape parameters on visual acuity and contrast sensitivity. *BMS Ophthalmolgy*. 2020;20(1):466.
44. Cong Y, Ka-Fai Ng P, Jhanji V. Optical quality assessment in normal and forme fruste keratoconus eyes with a double-pass system:a comparison and variability study. *British Journal of ophthalmology*. 2014:1478-83.
45. Zhonghao R, Liyan X, Fan Q, Kaili Y, Shengwei R, Dongqing Z. Assessment of Visual Quality in Eyes with Forme Fruste Keratoconus and Mild and Moderate Keratoconus Based on Optical Quality Analysis System II Parameters. *Journal Ophthalmology*. 2020;2(2020):7505016.
46. Masiwa LE, Moodley V. A review of corneal imaging methods for the early diagnosis of pre-clinical Keratoconus. *J Optom*. 2020.
47. Pérez Parra Z, OlivaSolaimi. U, Escalona Leyva ET, Castillo Pérez AC, Márquez Villalón S. Caracterización clínica y epidemiológica del queratocono 2014;27(4):598-609
48. Mannion LS, Tromans C, O'Donnell C. Corneal Nerve Structure and Function in Keratoconus : A Case Report. *Eye Contact Lens, Science and Clinical Practice*. 2007;33(2):106-8.
49. González SR, E . Benítez Merino, M. In vivo microscopic characteristics of the subbasal corneal nervous plexus in patients with keratoconus. *Revista Cubana de Oftalmología*. 2013;26(2).
50. Gupta PC, Jinagal J, Gupta A, Ram J. Corneal hydrops. *Indian J Ophthalmol*. 2018;66(10):1471.
51. Martínez A. Análisis de cambios topográficos, paquimétricos y aberrométricos en pacientes con queratocono usuarios de lentes de contacto corneales y esclerales. Aguascalientes: Universidad Autonoma de Aguascalientes; 2019.

52. Ma J, Wang Y, Wei P, Jhanji V. Biomechanics and structure of the cornea: implications and association with corneal disorders. *Survey of Ophthalmology*. 2018;63(6):851-61.
53. Buey Sayas MÁ, Peris Martínez C. *Biomecánica y arquitectura corneal*. 1a edición ed. Elsevier, editor. España2014.
54. Pauné J, Palomar F. Índices actuales en la detección del queratocono por análisis de la topografía corneal *Gaceta óptica: Órgano Oficial del Colegio Nacional de Ópticos-Optometristas de España*. 2009;Nº. 436: 22-6.
55. Park J, Gritz D. Evolution in the use of intrastromal corneal ring segments for corneal ectasia. *Current Opinion in Ophthalmology*. 2013;24(4):296-301.
56. Poulsen DM. Recent advances in the treatment of corneal ectasia with intrastromal corneal ring segments. *Current Opinion in Ophthalmology*. 2015;26(4):273-7.
57. Vega-Estrada A, Alió J. The use of intracorneal ring segments in keratoconus. *Eye and vision (London, England)*. 2016;3:8.
58. Argudo M. *Anillos intracorneales de 5mm versus 6mm en el tratamiento de la ectasia corneal: estudio comparativo*. Valencia: Universidad de Valencia; 2014.
59. Barraquer M. Conducta de la córnea frente a los cambios de espesor. *Arch Soco amer oftal optom*. 1964;5(81).
60. Rodrigues M, McCarey B, Waring Gr, Hidayat A, Kruth H. Lipid deposits posterior to impermeable intracorneal lenses in rhesus monkeys: clinical, histochemical, and ultrastructural studies. *Refract Corneal Surg* 1990 6(1):32-7.
61. Sakellaris D, Balidis M, Gorou O, Szentmary N, Alexoudis A, Grieshaber MC, et al. Intracorneal Ring Segment Implantation in the Management of Keratoconus: An Evidence-Based Approach. *Ophthalmology and Therapy*. 2019;8(1):5-14.

62. Ramirez M. Estudio comparativo de variables corneales entre ojos normales con sospecha de queratocono y con diagnóstico de queratocono. *Revista cubana de Oftalmología*. 2014;1561-3070.
63. Hashemi H, Khabazkhoob M, Pakzad R, et-al. Pentacam Accuracy in Discriminating Keratoconus From Normal Corneas: A Diagnostic Evaluation Study. *Eye & Contact Lens*. 2019;46-50.
64. Corbett M, Maycock N, Rosen M, O'Brart D. *Corneal Topography – Principles and Applications*. Cham, Switzerland: Springer Nature Switzerland; 2019. 288 p.
65. Fink B, Wagner H, Steger- May K, Gordon M, Zadnik K. Differences in keratoconus as a function of gender *American Journal of Ophthalmology*. 2005;140(3):459-68.
66. Bautista M. Estudio de la evolución queratométrica del tratamiento quirúrgico con anillos intracorneales en pacientes con queratocono bilateral Sevilla.: Universidad de Sevilla; 2017.
67. Pico A. EL astigmatismo en la cirugía de la Catarata con incisión pequeña: Análisis de la evolución queratométrica y refractiva en la sonofacoaspiración. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona; 2007.
68. Tavera I. Cambios Topográficos, refractivos y de agudeza visual en pacientes con queratocono sometidos a crosslinking y/o implante de anillos intraestromales. 2012.
69. Muñoz W. Cambios en la topografía corneal y la agudeza visual después del implante de anillos intraestromales en pacientes con queratocono Lima, Perú.: Universidad Nacional Mayor de San Marcos 2008.
70. Rodriguez B. Cambios en la potencia refractiva total corneal tras la inserción de anillos intraestromales en pacientes con queratocono a corto, medio y largo plazo. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.; 2018.

71. Prisant O, Pottier E, Guedj T, Hoang T. Clinical Outcomes of an Asymmetric Model of Intrastromal Corneal Ring Segments for the Correction of Keratoconus. *Clinical Science*. 2019;00(00):5.
72. Kumar M, Shetty R, Jayadev C, Dutta D. Comparability and repeatability of pachymetry in keratoconus using four noncontact techniques. *Indian Journal of Ophthalmology*. 2015;63(9):722-7.
73. Giacomini N, Mello G, Medeiros C, Kiliç A, Serpe C, Almeida H, et al. Intracorneal Ring Segments Implantation for Corneal Ectasia. *Journal of Refractive Surgery*. 2016;32(12):829-39.
74. Lisa C, Vega F, López P, Costa M. Long-Term Follow-up of Intrastromal Corneal Ring Segments (210-Degree Arc Length) in Central Keratoconus With High Corneal Asphericity. *Cornea*. 2017;36(11):1325-30.
75. Utine C, Ayhan Z, Durmas C. Effect of intracorneal ring segment implantation on corneal asphericity. *International Journal of Ophthalmology*. 2018;11(8):1303–7.
76. Jarade E, Delgado E, Cherfan C, Rami H, Hassan T, Chelala E. Mathematical analysis of corneal remodelling after intracorneal ring surgery in keratoconus. *International journal of ophthalmology*,. 2017;10(3):348-54.

Apéndices**Apéndice A. Formato Recolección de Datos**

Código	
N Historia	
Edad	
Genero	
Antecedente Familiar Queratocono	
Antecedente De Frote	
Ojo	
Avsc Preop	
Kp Preop	
Kc Preop	
Ast Corneal Preop	
Ápice Preop	
Punto Más Delgado Preop	
Av Cc Preop	
Asf K (Q) Preop	
Fecha Cirugía	
Fecha Control	
Avsc Pop	
Kp Pop	
Kc Pop	
Ast Corneal Pop	
Ápice Pop	
Punto Más Delgado Pop	
Av Cc Pop	
Asf K (Q) Pop	