



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO O.D.
SECRETARIA DE SALUD
UNIDAD DE OFTALMOLOGÍA**

CAMBIOS EN EL ESPESOR CORNEAL EN PACIENTES OPERADOS DE ANILLOS ESTROMALES

**T E S I S
PARA OBTENER EL TÍTULO DE LA
ESPECIALIDAD EN OFTALMOLOGÍA**

**PRESENTA:
DRA. VERÓNICA YACKELINE VEGA DELGADILLO**

**DR. FRANCISCO SEGURA LOZANO
MEDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE OFTALMOLOGIA
DEL HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO**



MEXICO, DF

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**ANÁLISIS DE CAMBIOS EN EL ESPESOR CORNEAL DE
PACIENTES OPERADOS DE ANILLOS INTRAESTROMALES**

AUTOR DE TESIS:

DRA. VERONICA YACKELINE VEGA DELGADILLO

Residente del 3er Año de Oftalmología

DRA. MARIA ESTELA ARROYO YLLANES

Jefe del Servicio de Oftalmología
Hospital General de México

DR. ANSELMO FONTE VÁZQUEZ

Titular del Curso de Especialización en Oftalmología
Hospital General de México

DR. FRANCISCO SEGURA LOZANO

Medico Adscrito al Servicio de Oftalmología del Hospital General
de México

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

A mis padres:

Por todo el apoyo de todos estos años y la confianza que depositaron en mi

A mi hermano Erick:

Que siempre estuvo apoyándome

A mi hermana Vanessa:

Que se me adelanto en el camino y siempre fuiste mi principal apoyo en la vida nunca la olvidare

A Fabiola:

Que siempre estuviste en las buenas y en las malas en este largo camino

A mi sobrina Erika:

Que todo lo que hago lo hago por ti enana

A mi tutor Dr. Segura:

Por todo el apoyo incondicional y paciencia durante esta travesía

I.- RESUMEN

Justificación y planteamiento del problema

El queratocono es la ectasia corneal más frecuentemente vista, y como todos sabemos es de difícil manejo. Dentro de las opciones terapéuticas disponibles encontramos los anillos intraestromales. Desde su aparición se han reportado múltiples reportes de resultados, sin embargo, no hay reportes específicos que hablen de los cambios en el espesor corneal. Este estudio demuestra la relevancia de estos cambios.

En el servicio de oftalmología queremos demostrar si la implantación de anillos intraestromales genera un aumento de la paquimetría central.

Objetivo

Analizar el aumento del grosor corneal por medio de paquimetría ultrasónica en pacientes con ectasias corneales.

Hipótesis

Tras el implante de anillos intraestromales como tratamiento de las ectasias corneales, la curvatura anterior sufrirá un aplanamiento leve y la posterior tendrá un aplanamiento un poco mayor, influyendo de ésta manera en el aumento del espesor corneal

Metodología

Estudio Prospectivo, descriptivo, observacional y transversal de pacientes operados de anillos intraestromales desde marzo del 2008 a marzo del 2010

Resultados

Los resultados de las paquimetrías con el seguimiento de a los 6 meses desde el preoperatorios mostraron que hubo aumento en el 77%, disminución del 17% y se mantuvo igual el 6%. ($p < 0.05$)

Discusión

En base a los resultados que hemos obtenido, observamos que las paquimetrías corneales centrales determinadas por ultrasonido en general tiende a incrementarse, aunque observamos que los casos que se deterioran o que no mejoran, son aquellos casos que muestran paquimetrías más bajas. En este sentido observamos que las córneas con mayor daño, pueden deteriorarse en su paquimetría a pesar de que se implante un anillo intraestromal, mientras que las córneas con daño moderado, son las que porcentualmente engrosan, y las córneas con daño leve mejoran muy poco o se manifiestan sin cambios

Conclusiones

Los anillos corneales intraestromales mejoran la AV independientemente de la gravedad del queratocono y en un alto porcentaje inducen un engrosamiento corneal que está relacionado con el espesor corneal preoperatorio. .En casos de adelgazamiento corneal muy grave, el anillo no detendrá el deterioro en la paquimetría.

II.- INTRODUCCIÓN

Queratocono proviene del griego: Keratos (Képatoc) que significa "cuerno", "córnea"; y Konos (Kovoc) que es "cono", por lo que literalmente significa córnea cónica.

El queratocono es un desorden degenerativo, no inflamatorio del ojo humano que interfiere en grado variable con la visión, debido a que la córnea adopta una forma cónica irregular. Es la ectasia corneal mas frecuente, seguida de la Degeneración marginal Pelúcida y el Queratoglobo.

La progresión del queratocono es generalmente lenta y puede detenerse en cualquiera de las fases: desde leve hasta severo. Si el queratocono progresa, la cornea se torna mas curva y adelgaza tornándose irregular y algunas veces formando cicatrices.

Epidemiología

Se estima que el queratocono ocurre en uno de cada dos mil personas en los EEUU según The National Eye Institute, aunque hay reportes de hasta 1 caso en 500 personas. Kennedy y otros autores estadounidenses han planteado que la incidencia de esta enfermedad es de 2 por cada 100 000 habitantes (1) mientras que Sharif (2) de Inglaterra observó que era de 1 por 20 000 habitantes. Esta inconsistencia puede ser debida a la gran variedad de factores que influyen en la génesis de esta distrofia, en la que intervienen causas ambientales, alérgicas, raciales y se piensa que también la presión intraocular y la altitud sobre el nivel del mar.

Generalmente la enfermedad se presenta en gente joven hacia la pubertad, presenta una distribución mundial.

Etiopatogenia

Las causas de esta patología son múltiples pero se ha determinado una alteración estructural de la colágena de la córnea que la vuelve más elástica y susceptible de deformación. Dado que alrededor de entre el 7% y 10% de los pacientes con queratocono tienen antecedentes heredo familiares, esto sugiere que es la consecuencia de un defecto congénito. Aunque aun no se han identificado los genes responsables, se sugieren que puede ubicarse en los locus 16q y.20q con carácter autonómico dominante, con penetrancia completa, pero de manifestación clínica altamente variable, ya que frecuentemente la topografía corneal de algunos familiares del paciente con queratocono muestra signos de queratocono subclínico. (3,5)

Otra de las causas que se atribuyen al desarrollo del Queratocono es un excesivo frotamiento continuo en los ojos, secundado a alguna enfermedad de tipo alérgico, como por ejemplo conjuntivitis primaveral.

También se habla de que el queratocono es una condición degenerativa o secundaria a otras enfermedades. Algunos estudios han sugerido que en el queratocono hay una actividad aumentada de proteasas, que son enzimas que rompen las uniones de colágena en el estroma corneal con una reducción simultánea de la expresión de los inhibidores de las proteasas. Otros estudios reportan una reducción en la actividad de la enzima aldehidodeshidrogenasa, lo cual provoca una acumulación de radicales libres en la córnea

Dentro del proceso patogénico, cualquiera que sea, se produce un daño corneal que se traduce en una disminución del grosor corneal, esto origina una disminución de su rigidez y por lo tanto una mayor susceptibilidad para que la córnea se deforme adquiriendo una forma cónica y con ello disminuya más su espesor, generando un círculo vicioso que culmina con una disminución importante tanto del espesor corneal, como del radio de curvatura de la córnea y consecuente miopía y astigmatismo elevados.

El queratocono se manifiesta con mayor frecuencia en las siguientes enfermedades:

Trastornos sistémicos como el Síndrome de Down, el Síndrome de Turner, el Síndrome de Ehlers-Danlos, el Síndrome de Marfan, la atopia, la osteogénesis imperfecta, y el prolapso de la válvula mitral. 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.

A nivel histopatológico, el queratocono muestra de manera progresiva:

- Adelgazamiento del estroma y del epitelio subyacente
- Pliegues o rupturas en la membrana de Descemet
- Fragmentación de la capa de Bowman
- Cicatrización difusa de grado variable

Histológicamente se han documentado cambios en la estructura y organización del colágeno y de la matriz extracelular así como apoptosis y necrosis de los queratocitos, afectando principalmente al estroma anterior central y a la membrana de Bowman. Quizás, la lesión histológica más característica sea la alteración de la membrana de Bowman; a ello, puede unirse una hiperplasia epitelial con pérdida de la estructura normal de las fibras de colágeno del estroma así como alteraciones en la membrana de Descemet en el caso de que esta patología se asocie a enfermedad sistémica (por ejemplo, a dermatitis atópica). Además, con tinción con ferritina puede observarse en algunos casos depósitos de hierro en la capa basal del epitelio: este hallazgo es la traducción histopatológica del anillo de Fleischer que se observa a veces en la lámpara de hendidura.

Historia

En 1748, un oftalmólogo alemán llamado Burchard Mauchart dio una descripción de un caso de queratocono, al que denominó staphyloma diaphanum.

Sin embargo, no fue hasta 1854 cuando el médico británico John Nottingham describió con claridad este fenómeno y lo distinguió de otras ectasias de la córnea. Nottingham reportó los casos de "córnea cónica" que había observado ⁽¹⁾, y describió varias de las características clásicas de la enfermedad, incluyendo diplopia, debilidad de la córnea, y dificultad para encontrar lentes apropiadas para el paciente.

En 1859 el cirujano británico William Bowman⁽²⁾ usó un oftalmoscopio para diagnosticar el queratocono, Antes de 1869, cuando el oftalmólogo suizo Johann Horner escribió una tesis sobre el tratamiento del queratocono, el tratamiento era una cauterización química con una solución de nitrato de plata v un uso de un agente miótico.

En 1888 el tratamiento del queratocono se convirtió en un de los primeros usos prácticos del LC recién inventado por el francés Eugene Kalt, el cual preparo una cáscara de cristal que mejoró la visión comprimiendo la córnea haciéndola mas regular. El comienzo de! siglo XX ha mejorado la comprensión de la enfermedad, se han ampliado las opciones de tratamiento y el desarrollo de nuevos medios de diagnóstico como la topografía de elevación, han hecho que en los inicios del S. XXI cada vez sea mas fácil diagnosticar las ectasias corneales.

Cuadro clínico

El queratocono suele producirse entre los 10 y 20 años de edad, con deterioro de la visión en un ojo causado por la miopía y astigmatismos progresivos. El

paciente puede indicar la necesidad de cambios frecuentes en la corrección de sus gafas ya que se trata de una enfermedad progresiva. Es muy raro que aparezca en adultos mayores, si aparece en la infancia indica un grado mayor de severidad y mal pronóstico a largo plazo.

En los primeros estadios, la visión puede estar solo ligeramente afectada, causando deslumbramiento, sensibilidad a la luz e irritación. Visión borrosa y distorsión de las imágenes, son los primeros síntomas y pueden ser corregidos con anteojos, Puede no distinguirse de un simple error refractivo. Los casos unilaterales tienden a ser infrecuentes y se ven cuando el otro ojo esta apenas por debajo del umbral de detección clínica. Cada ojo puede estar afectado aunque el grado evolutivo suele ser diferente

Algunos desarrollan fotofobia, fatiga ocular por desviar la mirada para poder leer, diplopía característicamente monocular (referida como "un fantasma" en los objetos, sobre todo en situaciones con alta diferencia de contraste, Alternativamente, puede suceder que la sensación de dolor sea leve o inexistente.

Cerca de la mitad de los pacientes con queratocono pueden tener depósitos de hierro en el epitelio corneal (anillo de Fleischer); en algunos casos puede no ser tan evidente, siendo mas claramente visible con el filtro de cobalto. 50% tienen también estrías de Vogth, que se ven como finas líneas en la cornea. El signo de Munzon es una depresión del párpado inferior al mirar hacia abajo, hecha por la córnea cónica, Otro signo temprano, el signo de Rizzutti, es el reflejo cónico en la córnea nasal en el iris cuando esta se ilumina desde el lado temporal.

Ocasionalmente es rápidamente progresivo y en estadios avanzados el paciente puede experimentar visión borrosa súbita en un ojo. Esto es llamado "Hydrops agudo" y se debe a la entrada de humor acuoso hacia la cornea adelgazada a través de la membrana de Descemet fracturada. Este hydrops

mejora con el tiempo, tomando entre 6 y 8 semanas o incluso meses para desaparecer, pero deja invariablemente un leucoma casi siempre central que con cada recidiva empeora afectando severamente la visión.

Diagnóstico

Solo la topografía corneal permite el diagnóstico precoz y diferencial del queratocono, además de proporcionar la información necesaria para el tratamiento del mismo. Este es un instrumento automatizado, no invasivo, que proyecta luz sobre la córnea y digitaliza el patrón lumínico de la córnea y la paquimetría muestra una zona de adelgazamiento paracentral,

En el queratocono se muestra un aumento en la curvatura generalmente inferior de la córnea y la paquimetría muestra una zona de adelgazamiento paracentral, esto nos permite clasificarlo y poder llevar un registro de la progresión de la enfermedad.

La topografía de elevación (Orbscan®) es un instrumento que realiza una reconstrucción tridimensional del segmento anterior del ojo a partir de 9000 puntos obtenidos por la proyección de 40 haces de hendidura sobre las superficies anterior y posterior de la córnea, superficie anterior del iris y cristalino. Estos valores son comparados con una esfera de referencia, construyendo mapas de elevación de la cara anterior y posterior de la córnea, así como otros parámetros biométricos de interés (paquimetría, diámetro corneal, profundidad de cámara anterior).

El estudio de los mapas de elevación de la cara posterior de la córnea, complementados con el mapa axial queratométrico se han convertido en la forma más utilizada para determinar la aparición temprana de ectasias corneales, primarias o iatrogénicas. En este mapa los colores mas calidos (rojo) representan las partes más elevadas y los colores más fríos (azul) las más deprimidas con respecto a la esfera de referencia.

Clasificación

Una vez ya establecido el diagnóstico de queratocono se clasifica según en grados según la mayor curvatura queratométrica corneal: (4)

1. leve (<45 D)
2. moderado (45-52 D)
3. severo (> 52D)

De acuerdo a la morfología del cono en: (4)

1. Umbilicado (pequeño: <5mm. Casi central)
2. Oval (más grande: por debajo del centro)
3. Globo (más del 75% de la córnea afectada)

De acuerdo al grosor corneal:

1. Leve (> 506 micras)
2. Avanzado (< 446 micras)

La clasificación de Amsler para Queratocono; incluye otras características clínicas y es:

Grado I

- Malestar visual
- Capacidad Visual menor o igual 20/30
- Biomicroscopía que muestra una disminución en las fibras nerviosas y en el reflejo endotelial. El anillo de Fleischer puede estar presente,
- Queratometría con mira distorsionada y con medida de 48 D,

Grado II

- Aumento de la molestia visual, con dolor a la lectura
- Capacidad Visual menor o igual 20/50
- Distorsión de las miras queratométricas una queratometría media de 52 D,
- Biomicroscopía que muestra además de los signos de grado I, alteración en el perfil anterior y posterior de la córnea.

Grado III

- Capacidad visual menor o igual 20/60
- Estrías de Vogt con un apex corneal muy adelgazado.
- Queratometrías entre 54 y 58 D,

Grado IV

- Capacidad Visual menor o igual a 20/200
- Córnea con alteraciones significativas, como leucomas centrales o cicatrices por ruptura de las membranas de Bowman y Descemet.
- Queratometrías mayores de 59 D, con una imposible adaptación de un lente de contacto.

Tratamiento

En las fases tempranas del queratocono anteojos comunes pueden corregir la miopía y astigmatismo que se producen. Al avanzar la enfermedad los lentes de contacto rígidos permeables a gas son la única forma de corregir la visión adecuadamente, y la mayoría de las veces son un tratamiento permanente. Sin embargo deben ser adaptados con gran cuidado y a mayoría de pacientes requiere revisiones frecuentes y cambios periódicos en sus lentes de contacto para obtener una buena visión y confort. En algunas instancias el uso asociado de lente de contacto y anteojos provee una alternativa, pero

conforme avanza la progresión de la enfermedad el paciente se volverá intolerante al uso del lente de contacto, y frecuentemente presentará erosiones epiteliales que condicionan cicatrices y en casos muy avanzados la adaptación del lente de contacto es materialmente imposible por lo que es en estos casos donde está indicada la realización del implante de anillos corneales intraestromales. En casos muy severos la última alternativa es la realización de un trasplante de córnea. Esta cirugía presenta una eficacia elevada (95%) pero no está exenta de riesgos, especialmente los que se relacionan con el rechazo inmunológico del injerto donante.

El tratamiento con anillos corneales intraestromales es un procedimiento sencillo y seguro en manos expertas, con mínimas molestias y se realiza como cirugía ambulatoria. La recuperación es corta y los resultados pueden ser reajustables al cambiar el número de segmentos o el espesor y/o longitud de los mismos. Con el surgimiento de los anillos corneales intraestromales se ha logrado una mejoría en la agudeza y capacidad visual que presentan los pacientes con Queratocono, y se logra que el paciente pueda adaptarse mejor a una corrección óptica. También se ha determinado que detienen La progresión del queratocono en la mayoría de los casos.

Es una cirugía reversible sin riesgo de rechazo y de rápida recuperación y en el caso de que los implantes tengan que ser retirados se confirma la recuperación de los parámetros próximos a los de preoperatorio. Al día siguiente la visión mejora y se va estabilizando lentamente alrededor del tercer mes. Durante este período es normal que ocurran fluctuaciones de la visión, que por la mañana suele ser de mejor calidad.

Las primeras investigaciones sobre los implantes corneales empezaron en 1950 cuando Barraquer propuso el uso de aquellos implantes para fines refractivos. La primera cita literaria de implante de anillos fue hecha por el mismo Barraquer en 1989. Los resultados reportados fueron satisfactorios, pero frecuentemente la córnea expulsaba la prótesis implantada. En aquella

época, se propuso un principio de la cirugía refractiva que posteriormente se le llamaría la ley del engrasamiento de Barraquer. Este principio postula que cuando se agrega tejido a la zona periférica de la córnea o se retira de la zona central, se produce un aplanamiento de la superficie y por lo tanto un disminución de su poder dióptrico. De la misma manera, cuando se agrega tejido en la zona central o se retira de la zona periférica, se provoca un aumento de la curvatura superficial. Desde entonces muchos trabajos han investigado la fisiología y el metabolismo de la córnea.

Bock y Maumenee ⁽⁶⁾ colocaron membranas delgadas de polietileno, plástico transparente, impermeable e inerte, en el estroma corneal para estudiar su efecto sobre los mecanismos de transporte de diversas moléculas y nutrientes dentro de la córnea. Estos investigadores pudieron comprobar que el transporte de los nutrientes de la córnea se basaba en un mecanismo de difusión ordinario desde el humor acuoso hacia el estroma.

En 1960, Krwawscs ⁽⁷⁾ observó que implantes corneales, colocados mediante la técnica de disección lamelar y retirados diez días después, provocaban alteraciones refractivas que persistían por algunas semanas. Belau y colaboradores ⁽⁸⁾ estudiaron la bío-compatibilidad de la córnea con materiales como el silicón y el PMMA, Se pudo observar una muy buena tolerancia a estos materiales por un largo tiempo. También encontraron una correlación lineal entre los cambios refractivos y las dimensiones del implante.

Choyce ⁽⁹⁾ utilizó implantes íntraestromales fabricados de acrílico PERSPEX CQ de 8 mm, de diámetro y 0,2 mm, de grosor sin poder refractivo como tratamiento para las molestias de la queratopatía bulosa provocada por distrofias endoteliales.

En 1966, Blavatskaya ⁽¹⁰⁾ realizó varios experimentos en conejos donde estudió los cambios refractivos provocados al implantar discos, pequeños lentes y anillos de tejido corneal utilizando una técnica de disección lamelar,

Mediante el uso de los anillos de 7,0 y 4,0 mm. de grueso Blavatskaya alcanzó corregir hasta 21 dioptrías de miopía. Blavatskaya demostró que la corrección alcanzada con los anillos era proporcional al grosor de anillo e inversamente proporcional su diámetro. De tal manera que entre mayor el grosor del anillo y entre menor su diámetro, mayor sería la disminución provocada en el poder dióptrico.

Zhivostovsky y Vishnevetsky⁽¹⁰⁾ reportaron haber implantado en dos casos un anillo de 7,0 mm de diámetro externo y 5,0 mm de diámetro interno para corregir miopía elevada y observaron buenos resultados aún dos años después.

Maurice⁽¹¹⁾ sugirió que los problemas causados por materiales impermeables podrían resolverse utilizando materiales permeables al agua, tales como el hidrogel. Dohlman y Brown⁽¹²⁾ reportaron buenos resultados con la utilización de hidrogel y glicerolmetacrilato.

McCarey y Andrews⁽¹³⁾ utilizaron en sus estudios implantes de hidrogel con 71% de hidratación alcanzando resultados satisfactorios. Sin embargo, los autores observaron que el acabado rugoso de los bordes de las prótesis provocaba erosión del tejido corneal adyacente y la eventual expulsión del implante.

En 1969, Maurice⁽¹¹⁾ reportó que el implante limita la nutrición del tejido estromal anterior al implante. El autor concluyó que entre mayor sea el espesor del implante y entre menor sea la profundidad de la localización de mismo, menor será la nutrición del tejido corneal "anterior. Por lo tanto, una prótesis muy ancha implantada muy superficialmente, tendrá un mayor riesgo de sufrir expulsión por debilitamiento del tejido anterior.

Choyce ⁽⁹⁾ utilizó implantes de polisulfona en ojos humanos alcanzando excelente corrección refractiva. Sin embargo, reportó una pésima tolerancia al implante debido a las características del material.

En 1936, Ferrara experimentó con implantes de PMMA en córneas de conejo. Los implantes fueron prótesis anulares con un diámetro externo de 5 mm, y un grosor que variaba de 100 a 400 micras. Los anillos se implantaron mediante la técnica de disección a mano libre, colocándolos a una profundidad de un 50% del espesor total de la córnea. Los animales fueron valorados por 3 a 12 meses y luego sacrificados para poder realizar estudios histopatológicos. La observación por un año y los estudios posteriores revelaron una excelente tolerancia de la córnea a las prótesis. Solamente se observó una leve reacción inflamatoria alrededor del implante sin ningún proceso de expulsión.

Desde entonces, otros autores como T.E. Burris ⁽¹⁴⁾, D. Schanzlin ⁽¹⁵⁾, W. Nose ⁽¹⁶⁾ y J. Fleming ⁽¹⁷⁾ han confirmado la eficacia de los anillos en la corrección de miopía baja y moderada.

En 1991, Ferrara implantó un anillo en un paciente anisométrope y ambliope. En ese caso, utilizó un procedimiento de queratectomía parcial con un microqueratomo. El grosor del flap fue de 170 micras. Por lo tanto, la implantación fue en estroma superficial. Después de 9 años de seguimiento, el paciente mostró una buena tolerancia al mismo, el anillo se mantuvo en su lugar, y el resultado visual se mantenía en niveles satisfactorios.

Las técnicas tradicionalmente utilizadas para el implante de prótesis corneales, disección a manos libres y queratectomía con microquerátomos, presentan algunas inconveniencias. Entre estas destacan los depósitos en interfase, retardo en la estabilidad refractiva y un elevado costo para su aplicación. Tomando en cuenta estas actividades, Ferrara desarrolló en 1994 una técnica para la implantación de la prótesis anular mediante la formación de un túnel estromal. Esta técnica no presenta las inconveniencias de las

anteriores y además el cirujano no necesita de una curva de aprendizaje tan larga para su dominio. En 1995 se implantó en primer anillo en un paciente con trasplante de córneo y queratotomía radial, siendo el resultado satisfactoria, con corrección de la ametropía y buena tolerancia.

Desde 1996, Ferrara implantó prótesis anulares en pacientes con queratocono utilizando su técnica de túnel estromal. Inicialmente, los anillos se colocaron en córneas con queratocono avanzado, donde el paciente no toleraba el uso de lentes de contacto. Hasta entonces, la única opción para mejorar la visión de estos pacientes era con un trasplante corneal.

A partir de 1999, Ferrara empezó a implantar los anillos en pacientes con queratoconos menos avanzados y en pacientes con queratoconos secundarios a cirugía refractiva, Siganos ⁽¹⁸⁾ también ha reportado en la literatura el uso de estos implantes para fines similares. De manera similar, Colín ⁽¹⁹⁾, Alió ⁽²⁰⁾, Lovisolo y Rodríguez-Pratz ⁽²¹⁾ han utilizado recientemente otros tipos de anillos intraestromales para corregir queratoconos primarios, secundarios y casos de degeneración marginal pelúcida respectivamente. En 2004 los anillos corneales intraestromales fueron aprobado por la FDA (Food and Drug Administraron) en EUA para su uso en humanos como una opción de tratamiento en el queratocono, así como de miopía de hasta -3.00 D y astigmatismo de 1.00 D.

Los anillos de Ferrara actuales tienen las siguientes características:

- Segmento circular de 160 grados
- Diámetro externo de 6,2 mm
- Diámetro apical de 5 mm
- Sección triangular o trapezoidal
- Ancho basal de 600 micras

Un orificio en cada extremo Altura variable (150, 200, 250, 300 y 350 micras)
Fabricados de acrílico llamado Perspex CQ.

Además, los anillos, modifican las fuerzas tensionales tisulares en el centro de la córnea manteniendo la esfericidad corneal, desplazando el ápex corneal hacia el centro de la pupila y disminuyendo la profundidad de la cámara anterior.

Efecto de los Anillos de Ferrara en las Propiedades de la Córnea

Responde a los principios de Barraquer y Bítavatskaya, que básicamente dicen que al implantar los anillos en el estroma pericentral se provoca un aumento del grosor corneal en esa zona y en las regiones vecinas. El aumento de grosor pericentral provoca una disminución de la curvatura central de la córnea y por lo tanto en su poder dióptrico. Además los anillos aprovechan las propiedades plásticas del tejido corneal y provocan una homogenización de la superficie anterior regularizando parcialmente las deformaciones centrales que esta presenta. De esta manera, los anillos tienen un efecto corrector sobre la miopía y el astigmatismo.

Los anillos de Ferrara también afectan la superficie posterior de la córnea. El aumento del grosor corneal en la zona del anillo estira y desplaza las capas más profundas de la cornea hacia atrás provocando una homogenización de la superficie posterior y una disminución de la profundidad de la cámara anterior, según se puede comprobar con la biomicroscopía ultrasónica y con la topografía de elevación (ORBSCAN). La homogenización de la superficie posterior contrarresta parcialmente sus irregularidades y disminuye su curvatura central. Es el efecto regularizador de los anillos, tanto en la superficie anterior como en la posterior de la córnea, que contribuye a corregir los efectos de las aberraciones provocadas por el queratocono.

Los Anillos de Ferrara se diferencian de los Intacs® en que los primeros tienen un radio de curvatura de 5 mm en su vértice, mientras que los segundos tienen un radio de curvatura de 7.5 mm, Esto permite que con los Anillos de Ferrara se puedan corregir defectos refractivos con equivalente esférico

-12.00 D o incluso un poco mas. En cuanto a su perfil los Intacs son hexagonales y los Ferrara son triangulares, así provocan menos deslumbramiento por ser en forma de prisma y desviar los rayos luminosos fuera del eje visual.

Indicaciones para el uso:

Los anillos intraestromales tienen su principal indicación en el tratamiento del queratocono y ectasias corneales secundarias a cirugía fotoablativa, aunque también se han publicado buenos resultados en la degeneración marginal pelúcida.

Dentro del grupo de pacientes con queratocono, las indicaciones son pacientes que han sufrido un deterioro progresivo de la visión, hasta el punto de no lograr ya una visión funcional adecuada con sus lentes aéreos o de contacto, constatándose por tanto un avance de la ectasia. Deben tener córneas con una zona central transparente, con grosor de 400 Um o mas en el punto de incisión propuesto para la realización del implante,

La evaluación preoperatorio incluirá refracción objetiva y subjetiva; examen de segmento anterior, mediante lámpara de hendidura, topografía corneal, tonometría de aplanación y paquimetría.

Contraindicaciones:

Prácticamente no existen contraindicaciones sistémicas para la implantación de estas prótesis, salvo un estado inmunológico muy deprimido o una enfermedad reumática muy severa.

Desde el punto de vista oftalmológico el síndrome de ojo seco puede ser una contraindicación si se trata de un caso muy severo, de lo contrario, el uso de terapia con lubricantes puede permitir con buen margen de seguridad la realización de la técnica

Nomograma:

Se basa en la refracción de cada paciente expresada en equivalente esférico. En donde se debe seleccionar el rango de equivalente esférico. En cada casilla resultante se indica que espesor de segmentos se requieren implantar, colocando, en el caso de que resulte necesario un solo segmento, éste en la zona donde está ubicada la ectasia; y en el caso de segmentos de diferente espesor, el más grueso en la zona de mayor extensión de la ectasia.

	0% - 100%	25% - 75%	33% - 66%	50% - 50%
Equivalente Esférico				
2.0 a 4.0	.20	.20	.15 .20	.15 .15
4.25 a 6.0	.25	.15 .25	.15 .20	.20 .20
6.25 a 8.0	.25	.20 .30	.20 .25	.25 .25
8.25 a 10.0	.25	.25 .30	.25 .30	.30 .30
> 10.0	.30	.25 .35	.30 .35	.35 .35

En donde se debe seleccionar el rango de equivalente esférico en la columna de la extrema izquierda e intersectar con el grado de asimetría de la ectasia respecto al eje más curvo de su queratometría, la cual es representado por la línea azul. En la casilla resultante se indica que espesor de segmentos se requieren implantar, colocando, en el caso de que resulte necesario un solo segmento, éste en la zona donde está ubicada la ectasia; y en el caso de segmentos de diferente espesor, el más grueso en la zona de mayor extensión de la ectasia.

III.- ANTECEDENTES

En nuestra experiencia clínica en el Hospital General hemos observado que hay aumento de la paquimetría central corneal secundario al implante de anillos.

IV.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Demostrar que la implantación de anillos intraestromales genera un aumento de la paquimetría central. Aunque esto ya lo hemos reportado utilizando la topografía de elevación como método de medición, es la paquimetría ultrasónica standard de oro por lo que en este estudio será con éste método que determinaremos los cambios en el espesor corneal.

V.- JUSTIFICACIÓN

El queratocono es la ectasia corneal más frecuentemente vista, y como todos sabemos es de difícil manejo. Dentro de las opciones terapéuticas disponibles encontramos los anillos intraestromales. Desde su aparición se han reportado múltiples reportes de resultados, sin embargo, no hay reportes específicos que hablen de los cambios en el espesor corneal. Este estudio demuestra la relevancia de estos cambios.

Con el presente estudio, lo que se propone es brindar al médico oftalmólogo una información mas precisa acerca del resultado esperable tras la colocación de anillos intraestromales en todo paciente con ectasias corneales.

VI.- HIPÓTESIS

"El implante de anillos cornales intraestromales como tratamiento de las ectasias corneales, inducirá un engrosamiento del espesor corneal"

VII.- OBJETIVOS

Determinar los cambios en la paquimetría determinada con de los pacientes con diagnóstico de ectasia corneal operados con anillos intraestromales en el Hospital General de México

VIII.- MATERIAL Y MÉTODOS

Se valorarán pacientes operados todos con implante de Anillos de Ferrara por Queratocono. Se dividieron en dos grupos, Al primero que se les implantó un segmento y al segundo que se les implantaron 2 segmentos. Para este estudio se consideraron los valores de paquimetría al 1 mes, a los 3 meses y a los 6 meses de seguimiento.

IX.- TIPO Y DISEÑO DE ESTUDIO

Prospectivo, descriptivo, observacional y transversal.

POBLACION Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

Se reportan vistos en la consulta externa del Hospital General de México con diagnóstico de Queratocono operados de implante de anillos intraestromales desde Marzo del 2008 hasta Marzo del 2010.

A continuación nuestros criterios de inclusión y exclusión.

CRITERIOS DE INCLUSION

- Pacientes de cualquier edad y sexo con diagnóstico de queratocono y con intolerancia a lente de contacto
- Queratoconos grado 1 a 3 sin opacidades corneales

CRITERIOS DE EXCLUSION

- Queratoconos con opacidades centrales y secuelas de hidrops
- Pacientes a quienes fuera imposible determinar la paquimetría central con ultrasonido
- Pacientes que no acudieron a su control paquimetrico

VARIABLES

- Edad
- Agudeza visual (Log Mar)
- Cantidad de anillos colocados
- Espesor de anillos colocados (0.15, 0.20, 0.25, 0.30 y 0.35 mm)
- Espesor corneal central pre y posquirúrgico (micras)

PROCEDIMIENTOS

Se registro la paquimetría transoperatoria en el sitio que se toma como referencia como centro óptico para la implantación de anillos corneales. Posteriormente se toma la paquimetría en el centro del área de implantación de los anillos a 1 mes, 3 meses y 6 meses.

X.- ANALISIS ESTADISTICO

Los resultados encontrados mediante la prueba T-Student pareada para determinar la significancia estadística de nuestros resultados. También analizamos la relación entre la Agudeza visual y el espesor corneal mediante la P de Pearson. Cuando el resultado de esta prueba es de 1.0 esto significa que existe una relación directa entre el conjunto de variables, cuando el valor de la prueba es -1.0 hay una relación totalmente inversa entre las variables y cuando la prueba nos da 0, no hay ninguna relación entre las variables.

XI.- RESULTADOS

Durante el estudio se reunieron 52 ojos de 27 pacientes con diagnóstico de ectasia corneal, captados en el Hospital General de México. De los 27 pacientes estudiados, 8 fueron mujeres y 19 fueron hombres ^(GRAFICO 1). El rango de edades de las mujeres de 20 a 46 años con un promedio de 33 años. El rango de edades de los hombres entre los 24 y 31 años con un promedio de 27.95 años ^(GRAFICO 2).

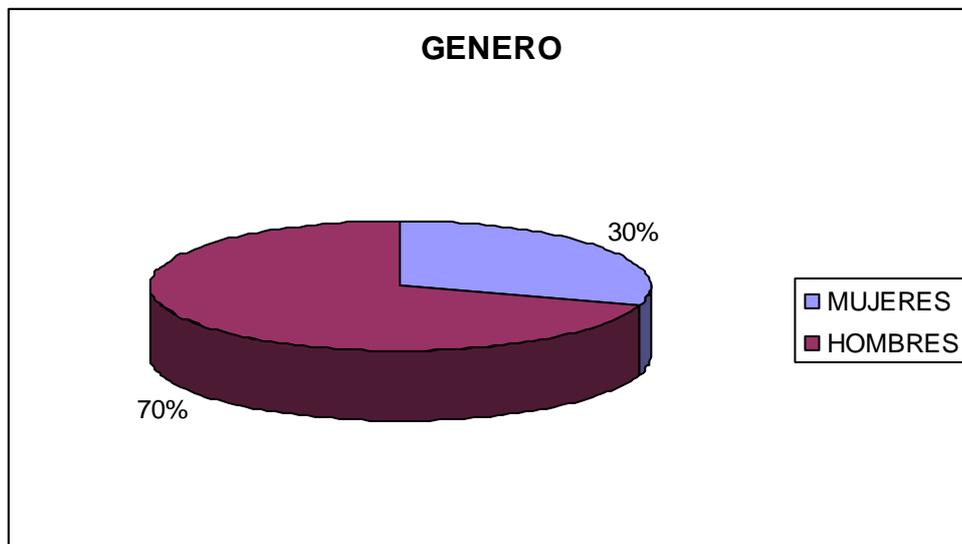


GRAFICO 1

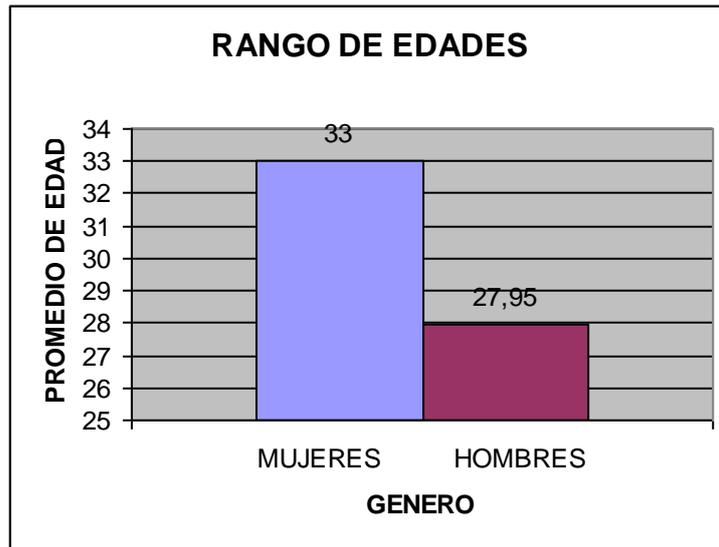


GRAFICO 2

El grado de queratocono mas prevalente según las medidas queratométricas fue el grado II con 48%, el grado III con 37% y el grado I 15% (GRAFICO 3).

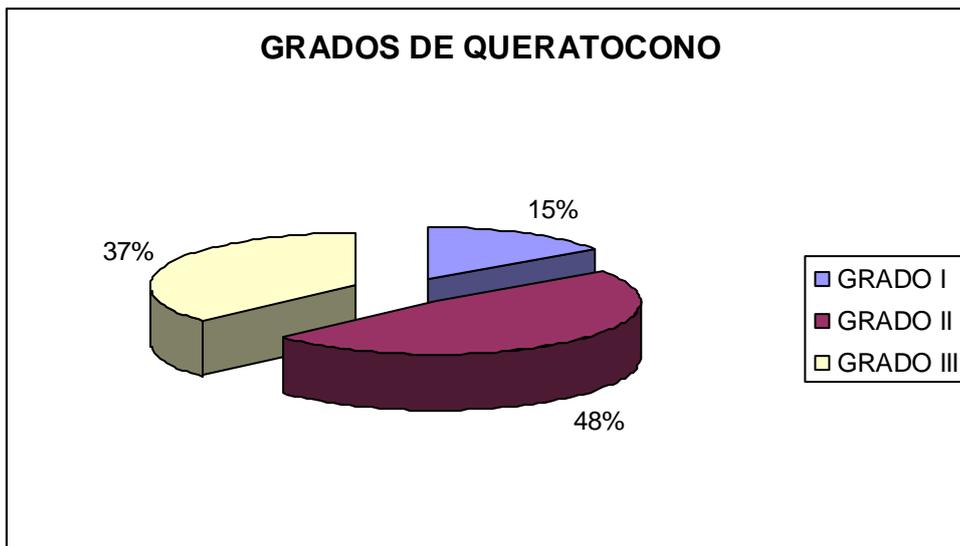


GRAFICO 3

En cuanto a la distribución por ojos, 26 de los 52 ojos fueron derechos y 26 izquierdos.

Algunos ojos, de acuerdo al grado y localización (simetría) del eje mayor del queratocono, requirieron el implante de 1 o 2 segmentos intraestromales. 18 ojos requirieron 1 solo segmento y 34 ojos 2 segmentos (GRAFICO 4).

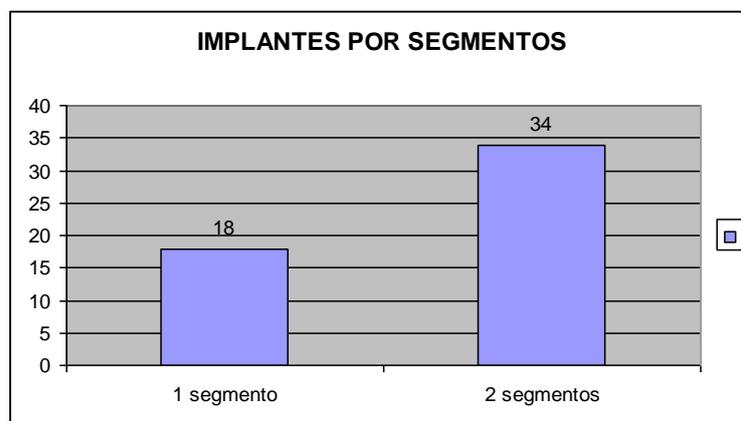


GRAFICO 4

De los 27 pacientes objetos de nuestro estudio 25 presentaron diagnóstico de queratocono, 1 presentó degeneración marginal pelúcida y 1 ectasia post lasik (GRAFICO 5).

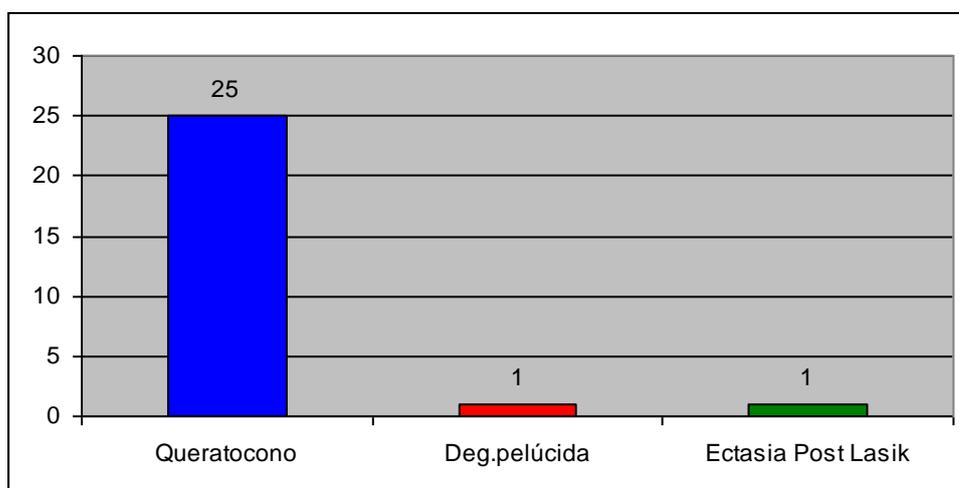


GRAFICO 5

De los 52 ojos analizados los promedios de paquimetrías preoperatorios y con seguimiento a los 6 meses son los siguientes (tabla 1) (grafico 6).

La Agudeza Visual (Gráfico 7) sin corrección (AVSC) preoperatoria fue de 0.2 (20/100) y la AVSC post operatoria fue de 0.5 (20/40) ($p=3.8229E-12$)

En la tabla 2 se sintetizan los valores de significancia estadística cuando comparamos las mediciones preoperatorias y post operatorias a 1 mes, 3 meses y 6 meses entre si.

En cuanto a las paquimetrías preoperatoriamente encontramos que el promedio de la muestra fue de 481.51 μm , al mes de 489.25, a los 3 meses de 490.90 y a los 6 meses de 492.65. Esto nos muestra un incremento de 11.1 μm (2.31%) en las paquimetrías post operatorias a 6 meses respecto al preoperatorio. **$p=4.08285E-05$**

Cuando analizamos exclusivamente los 40 casos que mejoraron su espesor corneal encontramos que el incremento fue de 17.2 μm (3.5%) **$p=2.8343E-09$**

Los casos que a pesar de los implantes mostraron adelgazamiento corneal fueron 9, teniendo una pérdida de espesor corneal de 13.4 μm (2.9%) y fueron 3 los casos que se mostraron al término de este estudio sin ningún cambio (Gráfico8) (Tabla 3)

**TABLA DE
PAQUIMETRIAS**

CASOS	OJO	AV pre-op	Av post-op	Med cada seg.	Preop	1 mes	3 meses	6 meses
1	OI	0,01	0,10	250/150	497	503	503	502
2	OD	0,10	0,01	300/300	426	427	430	431
3	OI	0,13	0,01	300/300	404	404	405	406
4	OD	0,02	0,40	350/3/50	421	447	457	447
5	OI	0,40	0,40	300/300	440	465	472	471
6	OD	0,05	0,40	200/200	476	577	480	501
7	OI	0,25	0,50	250	485	484	485	530
8	OD	0,33	0,80	150	498	587	520	527
9	OI	0,28	1,00	150	497	497	520	524
10	OD	0,01	0,20	300/300	418	420	446	446
11	OI	0,05	0,80	250/250	440	440	440	441
12	OI	0,01	0,20	300/250	406	402	450	451
13	OD	0,20	1,00	200	552	551	570	572
14	OI	0,40	0,80	200	561	562	570	569
15	OD	0,50	1,00	150	406	407	440	444
16	OI	0,80	1,00	150	442	441	458	467
17	OD	0,10	0,66	300/300	459	460	491	466
18	OI	0,13	0,50	300/300	459	459	485	474
19	OD	0,13	0,40	200/200	510	512	512	533
20	OI	0,05	0,33	250/250	511	510	513	513
21	OD	0,50	0,80	200/200	603	612	613	613
22	OI	0,40	0,80	200/250	622	630	635	634
23	OD	0,33	0,50	200	548	546	542	567
24	OI	0,50	1,00	200	582	590	600	600
25	OD	0,02	0,40	200/200	541	543	545	548
26	OD	0,66	0,66	200	437	439	439	440
27	OD	0,05	0,40	250	494	539	536	537
28	OD	0,02	0,80	150/150	560	561	592	591
29	OI	0,02	0,50	150/150	530	580	567	567
30	OD	0,13	0,40	150/150	511	498	553	554
31	OI	0,05	0,33	250/250	510	513	513	515
32	OD	0,66	0,40	250/250	420	423	423	425
33	OI	0,10	0,28	250/200	430	435	435	435
34	OD	0,05	0,20	250	450	453	454	454
35	OI	0,20	0,40	250	416	419	417	417
36	OD	0,33	0,66	250/250	547	570	570	570
37	OI	0,05	0,33	350/350	540	545	546	547
38	OI	0,66	0,40	250/250	465	465	466	466
39	OD	0,05	0,40	150	495	496	497	497
40	OI	0,05	0,40	150	446	450	452	452
41	OD	0,01	0,40	300/300	303	303	289	279
42	OI	0,01	0,13	350/300	410	409	399	387
43	OD	0,13	0,10	300/300	520	510	511	509
44	OD	0,01	0,20	300/250	465	465	440	446
45	OD	0,10	0,20	250/250	483	482	473	476
46	OI	0,05	0,40	300/300	443	444	428	429
47	OI	0,10	0,50	200/200	567	565	555	560
48	OD	0,02	0,80	250	499	498	498	498
49	OI	0,40	0,80	250	460	443	443	445
50	OI	0,05	0,40	200	511	516	517	511
51	OD	0,50	0,80	300/300	441	455	441	441
52	OI	0,40	0,66	300/300	431	429	431	431
PROM		0,20	0,50		481,51	489,25	490,90	492,65

TABLA 1

En la siguiente tabla mostramos los valores de p cuando comparamos las mediciones de paquimetría preoperatoria con las mediciones a 1, 3 y 6 meses, y cuando comparamos entre las distintas mediciones subsecuentes entre si. Nótese como cuando comparamos la paquimetría preoperatoria con las mediciones subsecuentes entre mas pasa el tiempo, los cambios adquieren mayor significancia estadística. Sin embargo cuando comparamos los cambios entre las medidas subsecuentes no hay cambios estadísticamente significativos.

	1 mes	3 meses	6 meses
pre-op	0.01	0.0002	0.000004
1 mes		0.6	0.2
3 meses			0.2

Valores de p: con T de student

TABLA 2

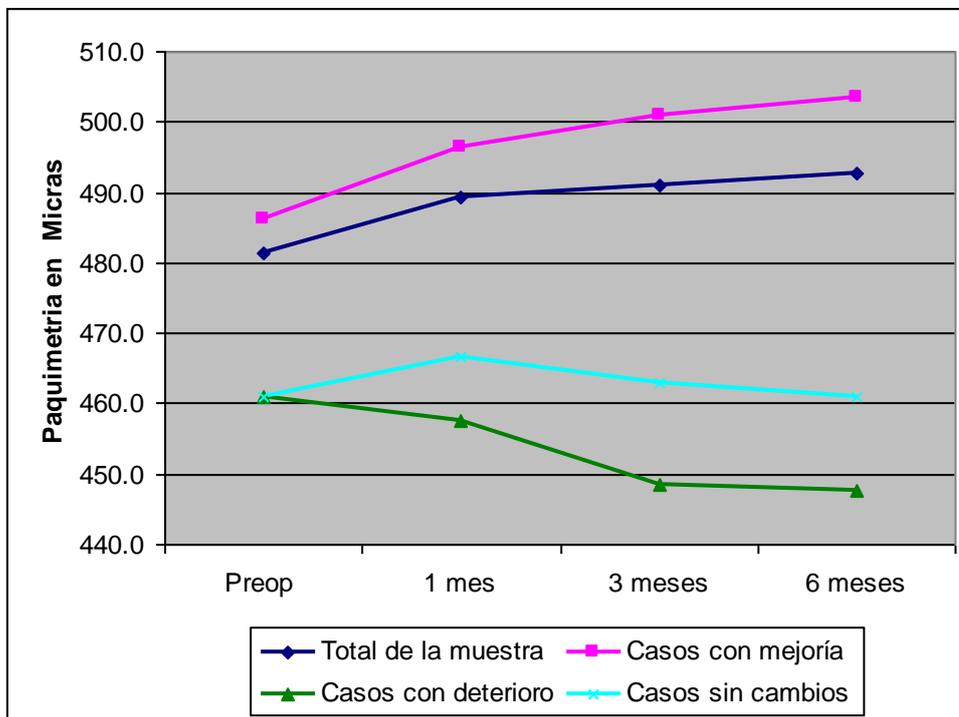
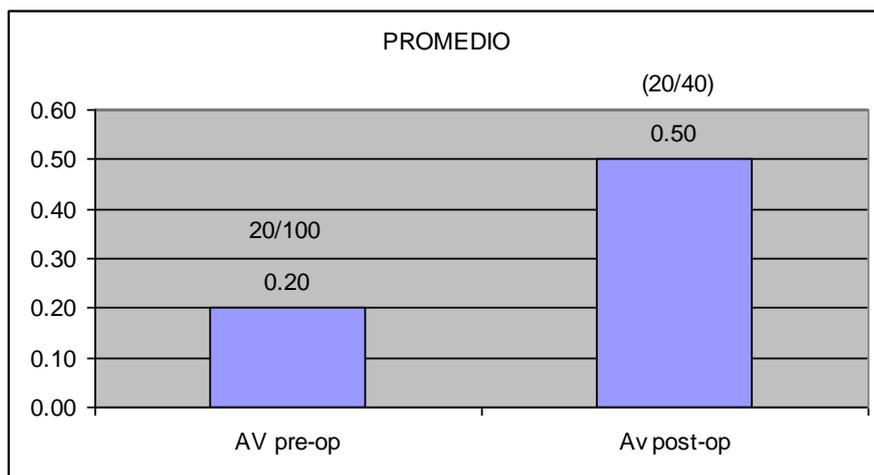


Gráfico 6

	AVSC PRE	AVCC PRE	PAQ PRE	1 MES	3 MESES	6 MESES
Total de casos	0.2	0.5	481.5	489.3	490.9	492.6
Con Mejoría (Del 1 al 40)	0.2	0.5	486.4	496.6	501.1	503.6
Con Deterioro (Del 41 al 49)	0.1	0.4	461.1	457.7	448.4	447.7
Sin Cambios (Del 50 al 52)	0.3	0.6	461.0	466.7	463.0	461.0

TABLA 3



$P=3.8229E-12$ (T de Student)

GRÁFICO 7

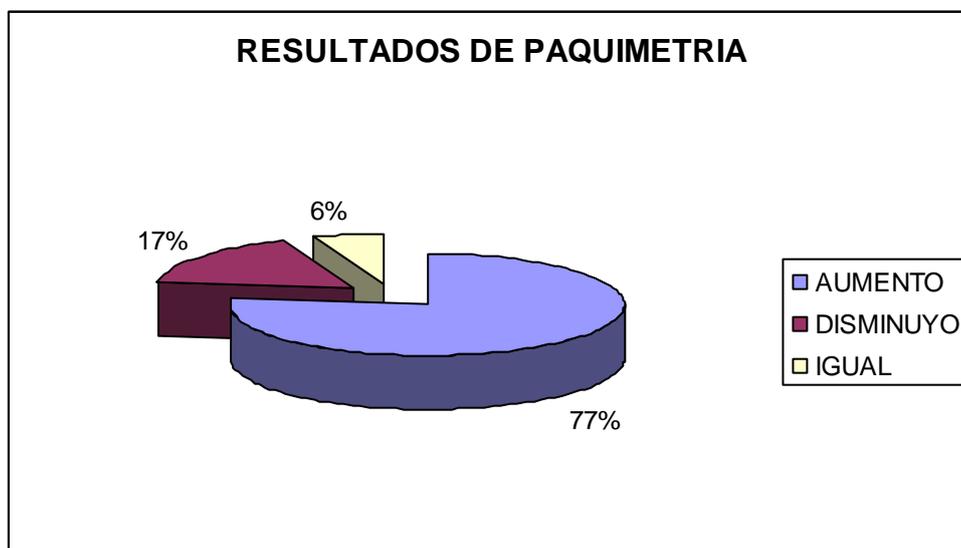


Grafico 8

Como puede notarse en la tabla 2, hay diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de paquimetría preoperatoria y las mediciones subsecuentes

XII.- DISCUSIÓN

En base a los resultados que hemos obtenido, observamos que las paquimetrías corneales centrales determinadas por ultrasonido en general tienden a incrementarse, aunque observamos que los casos que se deterioran o que no mejoran, son aquellos casos que muestran paquimetrías mas bajas. Como podemos observar en el gráfico 6, si una córnea tiene 460 micras o menos, es muy probable que el implante de los anillos corneales no mejore el espesor corneal, aunque es claro que esto no tiene una relación directa con la agudeza visual que si mejora en todos los casos (Prueba de Pearson = 0.37) Cuando una córnea tiene preoperatoriamente una paquimetría de 480 micras o más, tiene altas probabilidades de incrementar su espesor corneal.

En un estudio realizado en nuestro servicio en 2007, encontramos cambios similares en las paquimetrías determinados por topografía de elevación ORBSCAN®, sin embargo siendo éste un método menos preciso en la medición de paquimetrías intentamos en este estudio comprobar si lo que anteriormente habíamos determinado era cierto o no, y al comparar los cambios paquimétricos determinados por ORBSCAN® y ultrasonido notamos que las mediciones con el primero son mucho más grandes con incrementos de hasta un 8% a un año de seguimiento (16), con lo cual podemos deducir que aunque en la mayor parte de los casos si hay aumento de la paquimetría, éste no es mayor al 3.5% a los 6 meses. Es probable que si seguimos determináramos la paquimetría ultrasónica a un año, pudiéramos tener un incremento en nuestras mediciones ya que la tendencia es hacia el incremento y no a la estabilización según se ve en la gráfica 6.

En la misma tabla 1 podemos observar que los cambios son estadísticamente significativos cuando analizamos lo que pasa entre el preoperatorio y las mediciones subsecuentes, pero cuando comparamos las mediciones subsecuentes entre si, no hay cambios estadísticamente significativos, lo cual nos hace pensar que el aumento del espesor corneal se debe a un efecto mecánico por el anillo *per se*, y que los cambios poco importantes ulteriores podrían deberse a cambios por biomecánica corneal u otra causa fisiológica que debe ser muy sutil, pero progresiva ya que por el corto tiempo de seguimiento no podríamos afirmar que el espesor corneal ya no seguirá incrementando como se demostró en el estudio medido con ORBSCAN®

Otro hallazgo interesante (Tabla 2) es el hecho de notar que los casos menos graves de la muestra (del 50 al 52) son los que no modifican su paquimetría, mientras que los casos que mejoran (del 1 al 40) son aquellos que tienen una afectación moderada tomando en cuenta tanto la AV como la paquimetría, y los casos con peores parámetros de AV y paquimetría (casos del 41 al 49) son los que disminuyen su paquimetría. Con lo que podemos deducir que una córnea que se encuentra medianamente afectada al ser implantada con anillos corneales puede mejorar no solo la AV del paciente sino también puede incrementar su paquimetría central, y que una córnea muy deteriorada seguirá adelgazando su centro pese a los anillos corneales. Y una córnea con daño leve no modificará su espesor central probablemente debido a que aún no ha tenido daño severo inducido por la progresión del queratocono.,

De acuerdo al grado de queratocono 53 de nuestros pacientes 18 ojos requirió 1 solo segmento y 35 ojos 2 segmentos.

El grado de queratocono mas prevalente según las medidas queratométricas fue el grado II con 45%, el grado III con 34%, el grado I 13% y el grado IV con 0%

XIII.- CONCLUSIONES

Ante estos resultados concluimos que:

1. Los anillos corneales intraestromales mejoran la AV independientemente de la gravedad del queratocono
2. Los anillos corneales en un alto porcentaje inducen un engrosamiento corneal que está relacionado con el espesor corneal preoperatorio, entre menos daño mejor evolución
3. En casos de adelgazamiento corneal muy grave, el anillo no detendrá el deterioro en la paquimetría, incluso puede presentarse una disminución de las paquimetrías centrales
4. Aunque después del primer mes el engrosamiento no es muy importante, éste a los 6 meses muestra una tendencia hacia la mejoría por lo que deberemos seguir la evolución de estos casos hasta determinar hasta cuando continua el engrosamiento corneal

XIV.- BIBLIOGRAFÍA

1. Kennedy R, Bourne WM, Dyer JA. 48 years clinical and epidemiology study of keratoconus. *Am J Ophthalmol* 1986 ;101: 267-73
2. Sharif KW, Casey TA. Penetrating kerato-plasty for keratoconus :complications and long term succes. *Br J Ophthalmol* 1991;75: 142-6
3. Caroline P, Andre M , Kinoshita B, y Choo , J. Etiology , Diagnosis, and Management of Keratoconus :New Thoughts and New Understandings Pacific University College of Optometry.
4. Caroline PJ, McGuire JR, Doughman DJ Preliminary report on a new contac lens desin for keratoconus. *Contac Intraocul Lens* 1978;4:69-73
5. MIA Jacobs DS, Dohlman CH Is Keratoconus genetic *Int Ophthamol Clin* 1993;50:282-287
6. Bock R.H., Maumenee AE. Corneal fluid metabolism. *Archives of Ophthalmoly* 1953 ;50:282-287
7. Krawicz T New Plastic operation for correcting refractive error of aphakic eyes by changing corneal curvature. Preliminary report. *British Journal of Ophthalmoly* 1961 ;45:59-65
8. Belau , P.G., Dyer J.A., Ogle K.N., Henderson J.W. Correction of ametropia with intracorneal lenses : AN experimental study
9. Choyse P. Management of endothelial corneal dystropy with acrylic corneal inlays. *British J Ophthalmology* 1965;49:432-438
10. Barraquer JI.: Cirugía Refractiva de la cornea instituto Barraquer de la América –bogota –tomo I ,1989
11. Maurice D.M Nutricional aspects of corneal grafos and prótesis. *Corneo -platic Surgery* ,Peramon Press, New York, 1969, p197
12. Dohlman C.M., Brown S.; Treatment of corneal edema with a buried implant. *Trans Amer Acad Ophthal oto* 1969;70:536
13. McCarey B.E., Andrews D.M. refractive Keratoplasmy with a buried implant. *Investigative Ophthalmology vision Science* 1981;21 :107-114

14. Burris T.E., Ayer C.T., Evensen D.A., Davenport J.M . Effects of intrastromal corneal ring size and thickness on corneal flattening in human eyes .Refractive Corneal Surgery 1994,7:45-50
15. Art Ar durán JA, Pijoan JI. Diagnostico del Queratocono Subclinico por Topografía de elevación Arch Soc Esp oftalmol v 78 n.12 Madrid dic2003
16. Bustamante Domínguez, G. Tesis de post grado. Hospital General de México. UNAM. 2007
17. Schanzlin D., Verita S.M.: IntraesIntrastromal corneal ring, Principles and practice of surgery,W.B Saunders,filadelfa ,1997,p.415 -419
- 18.Nose W. ,Neves R.A.,Burris T.E ., Schanzlin D.J.,Belfort Jr,R Refractive Surgery 1996;12:20-28
- 19 Flemming J.F., Wan w.l ., Schanzlin D. The Theory of Corneal Curvature Change whit the ICR , CLAO J 1989 ;
20. Curvature Change whit the ICR , Clao j. 1989 ; 15,2 :146-150 Siganos D.et cols ferrara intrastromal corneal rings for the correction of keratoconus .J.Cataract Refractive Surgery 2002 ;28:2947-1951
- 21.Colin J. Cochener B.Savaray G., Malet F. Correcting keratoconus with intracorneal rings.J.Cataract Refractive Surgery 2002;28:1568-1574
22. Alio J.et cols intracorneal rings to correct corneal ectasia after laser in situ keratomileusis .J Cataract Refract Surg 2003 ;29:1421-1424
- 23.Rodriguez-Prats J. Intracorneal rings for the correction of pellucid marginal degeneration .J Cataract Refract Surg 2003;29;1421-1424