

**RESULTADOS VISUALES DE LOS SEGMENTOS INTRAESTROMALES PARA
EL QUERATOCONO**

JAIRO FABIAN VALENCIA MONTAÑEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE MEDICINA
BUCARAMANGA
2010**

**RESULTADOS VISUALES DE LOS SEGMENTOS INTRAESTROMALES PARA
EL QUERATOCONO**

**JAIRO FABIAN VALENCIA MONTAÑEZ
Md Residente de Oftamologia FOS**

**Tesis de grado presentada como requisito para optar al titulo de
ESPECIALISTA DE OFTALMOLOGIA**

**DIRECTOR
DR VIRGILIO GALVIS RAMIREZ
Md Oftamologo FOSCAL**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE MEDICINA
BUCARAMANGA
2010**

DEDICATORIA

A mis hijas, Isabella y Luciana, la luz de mis ojos...

A mi esposa, Hayata, por su profundo e incondicional amor...

A mi abuela, Lucila, por su cariño inmenso y consejos de vida...

A mi madre, Blanca, por sus desvelos y preocupaciones...

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento especial al Dr. Virgilio Galvis Ramírez, por sus enseñanzas y consejos médicos y quirúrgicos en mi proceso de formación.

Al Dr. Augusto Gómez Duran, director del postgrado en Oftalmología de la Universidad Industrial de Santander UIS, por toda su colaboración.

Al Dr. Alejandro Tello, por su contribución y amistad.

Al personal médico, optómetras y cuerpo administrativo del Centro Oftalmológico Virgilio Galvis.

A mis docentes y maestros Oftalmólogos adscritos al departamento de Oftalmología del convenio UIS FOS

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION	18
2. JUSTIFICACION	20
3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	22
3. 1. OBJETIVO GENERAL	22
3. 2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	22
3.3 OBJETIVOS DE SEGURIDAD	22
4. MARCO TEORICO	24
4.1 DEFINICION DEL QUERATOCONO	24
4.1.2 Etiología Y Genética Del Queratocono	25
4.1.3 Epidemiologia	26
4.1.4 Clínica Y Biomicroscopia	26
4.1.5 Clasificación Clínica Del Queratocono.	32
4.1.5.1 Clasificación De Amsler (1938):	32
4.1.5.2 Estadios Queratométricos	33
4.1.5.3 Según su Morfología	33
4.1.5.4 Clasificación de Krumeich	33
4.1.5.5 Otras Clasificaciones	34
4.1.6 Condiciones Asociadas y Edad de Inicio	34
4.1.7 Diagnostico	36
4.1.7.1 Diagnostico Topográfico	36
4.1.7.2 Detección Precoz.	38
4.1.7.3 Descriptores Cuantitativos	39
4.1.7.4 Índices Topográficos	40
4.1.7.5 Programas Topográficos para Diagnostico	41
4.1.7.6 Patrones topográficos	45
4.1.7.7 Topografía de Elevación Orbscan II	46
4.1.7.8 Topografía Orbscan en Queratocono	49

4.1.7.9 Pentacam	50
4.1.7.10 Sistema Galilei	52
4.1.7.11 Evolución de los Medios Diagnósticos para la Detección del Queratocono	53
4.1.7.12 Diagnostico Diferencial del Queratocono.	54
4.2 TRATAMIENTO O MANEJO DEL QUERATOCONO	58
4.2.1 Generalidades.	58
4.2.2 Manejo del queratocono con adaptación de Lentes de Contacto	63
4.2.3 Manejo Quirúrgico del Queratocono.	64
4.2.3.1 Aspectos históricos del Tratamiento Quirúrgico en el Siglo XX.	66
4.2.3.2 Queratoplastia para el Tratamiento del Queratocono.	72
4.2.3.3 Procedimientos incisionales	77
4.2.3.4 Procedimientos Ablativos.	77
4.2.3.5 Procedimientos Aditivos	79
4.2.3.6 Anillos o Segmentos Intracorneales para el Queratocono	81
4.2.3.7 Segmentos INTACS	99
4.2.3.8 Segmentos intraestromales de FERRARA Y KERARRING®.	126
4.2.3.9 Efectos secundarios y complicaciones del implante de segmentos intraestromales.	144
5. MATERIALES Y MÉTODOS	153
5.1 TIPO DE ESTUDIO	153
5.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO	153
5.3 VARIABLES DEL ESTUDIO	154
5.4 PROCEDIMIENTOS	154
5.5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	157
5.6 CONSIDERACIONES ÉTICAS	158
6. RESULTADOS	160
6.1 AGUDEZA VISUAL	162
6.1.1 Líneas de Agudeza Visual	165
6.2 HALLAZGOS TOPOGRÁFICOS	167

6.2.1 Valores Queratométricos	167
6.3 PROFUNDIDAD DE CÁMARA ANTERIOR ACD	171
6.4 RESULTADOS REFRACTIVOS	171
6.4.1 Esferas y Cilindros	171
6.4.2 Equivalente Esférico EE	173
6.5 EFECTOS ADVERSOS Y COMPLICACIONES POSTOPERATORIAS	174
6.5.1 Caso 1 – RBP.	174
6.5.2 Caso 2 – RGS.	176
6.5.3 Caso 3 – JVA	178
6.5.4 Caso 4 – MLR.	179
7. DISCUSION	182
7.1 ASTIGMATISMO Y ESFERA	186
7.2 EQUIVALENTE ESFÉRICO E.E.	188
7.3 HALLAZGOS QUERATOMETRÍAS Y TOPOGRÁFICOS	189
7.4 AGUDEZAS VISUALES Y LÍNEAS DE VISIÓN	192
7.5 PROFUNDIDAD DE CÁMARA ANTERIOR ACD.	195
7.6 EFECTOS SECUNDARIOS	198
7.7 COMPLICACIONES ENCONTRADAS	200
8. LIMITACIONES DEL ESTUDIO	205
9. CONCLUSIONES	206
10. RECOMENDACIONES	208
BIBLIOGRAFIA	210

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 1. Protrusión cónica.	27
Figura N° 2. Adelgazamiento estromal.	27
Figura N° 3. Anillo de Fleischer.	28
Figura N° 4. Estrías de Vogt.	28
Figura N° 5. Signo de Munson	29
Figura N° 6. Signo de Rizzuti.	30
Figura N° 7. Hidrops corneal secundario a queratocono.	30
Figura N° 8. Signo de Charleaux visto con dilatación pupilar.	31
Figura N° 9. Morfología del queratocono.	33
Figura N° 10. Topografía corneal computarizada en queratocono	37
Figura N° 11. Topografía Orbscan II, de queratocono asimétrico.	38
Figura N° 12. Índice KISA%.	42
Figura N° 13. Patrones de Rabinowitz:	45
Figura N° 14. Patrones sospechosos Queratocono Frustro:	46
Figura N° 15. Topografías de un mismo ojo, con topógrafo TMS 1 (Tomey) y Orbscan II.	47
Figura. N° 16. Topografía corneal Orbscan II normal.	48
Figura N° 17. Topografía Orbscan II en un paciente con queratocono inferotemporal	50
Figura N° 18. Imagen Pentacam en 3D en un paciente con queratocono e implantes Keraring	51
Figura N° 19. Imagen Pentacam en un paciente con queratocono.	51
Figura N° 20. Imágenes del sistema GALILEI.	52
Figura N° 21. Representación e imagen clínica; Topografía Orbscan clásica de la degeneración marginal pelucida.	55
Figura N° 22. Degeneración corneal de Terrien. Fotografías y topografía corneal	56

Figura N° 23. Queratoglobos.	57
Figura N° 24. Cauterización con perforación	67
Figura N° 25. Operación de Critchett.	68
Figura N° 26. Excisión del apex con un trepano de 2 mm	69
Figura N° 27. Topografías Orbscan, Quad Map	87
Figura N° 28. Efecto de la inclusión intracorneal en altas miopías según Blavastskaya	87
Figura N° 29. Efectos de los implantes: disminuyen la elevación anterior en la zona central, y aumentan la elevación en la zona periférica.	89
Figura N° 30. Demostración gráfica del cambio en el poder dióptrico a medida que se aleja del eje visual en el caso Pte 1 y pte 2.	89
Figura N° 31 Imágenes Orbscan II Total Mean Power,	90
Figura N° 32 Imágenes de mapa de elevación anterior diferencial por Orbscan II	90
Figura N° 33 A. Gráfica que ilustra el aplanamiento corneal central producido por los segmentos. B. OCT Visante, que evidencia la presencia de dos segmentos intraestromales Keraring.	91
Figura N° 34 A. Imagen topográfica en 3 D que muestra la elevación entre los extremos de los segmentos. B. Imagen localizando con flechas el sitio donde también se presenta elevación corneal entre los segmentos "efecto bisagra"	91
Figura N° 35 A. Topografía de elevación Optikon, donde se observa el efecto de elevación de los segmentos a nivel periférico, y su efecto de domo central. Preoperatorio arriba y postoperatorio abajo. B. Topografía Axial del mismo caso	92
Figura N° 36 A. Fotografía de Alta definición del estroma corneal anterior. B. Estroma corneal posterior.	93
Figura N° 37. Imagen del corte seccional de Intacs, donde se observa la forma hexagonal de estos segmentos.	94
Figura N° 38. Fotografías de pacientes posterior a implante de INTACS	95
Figura N° 39. Diagrama mostrando las medidas de los segmentos intraestromales Keraring.	96

Figura N° 40. A.Forma triangular de los segmentos de Ferrara y los KerraRing, B. Efecto prismatico al paso de la luz. C. Marcas registradas®	96
Figura 41. Longitudes de Arco disponibles en la actualidad para segmentos de Ferrara y KeraRing ®	97
Figura N° 42. Fotografías de Segmentos Keraring Implantados	97
Figura N° 43. Comparación de Keraring y segmentos Intacs.	98
Figura N° 44. Intrumental quirurgico para INTACS	102
Figura N° 45. Consola de vacio KV2000 necesaria para implantar INTACS	104
Figura N° 46. A. Instrumental completo para implantar los Segmentos Keraring o Ferrara®	129
Figura N° 47. Marcación del eje visual.	131
Figura N° 48. Demarcación de zonas ópticas 5 y 7 mm.	132
Figura N° 49. Incisión quirúrgica	132
Figura N° 50. Creación del bolsillo estromal con espátula de Suarez	132
Figura N° 51. Creación de los tunes o bolsillos estromales con el trepano derecha e izquierda con la espátula de Ferrara.	133
Figura N° 52. Implantación de los segmentos	133
Figura N° 53. Resultado postoperatorio inmediato.	133
Figura N° 54. Ectasia simétrica. La línea negra marca el eje mas curvo	135
Figura N° 55. Ectasias asimétricas.	136
Figura N° 56. Diferentes tipos de ectasia, tipos 1, 2 y 3.	139
Figura N° 57. Nomograma tipo A, para ectasias tipo 1.	139
Figura N° 58. Nomograma tipo B para ectasias tipo 2.	140
Figura N° 59. Nomograma C, para ectasia tipo 3.	140
Figura N° 60. Fotografía que ilustra un paciente con queratitis bacteriana secundaria al implante de segmentos intracorneales.	146
Figura N° 61. Fotografía de paciente con queratitis bacteriana.	147
Figura N° 62. Fotografía de paciente con Queratitis bacteriana	147
Figura N° 63. Clasificación de las migraciones	150

Figura N° 64. Depósitos en el canal, en el borde interno observado hasta en un 60% de los casos.	150
Figura N° 65. Depositos en el canal al 3 er mes POP	151
Figura N° 66. Alta magnificacion de corneas patológicas con tinción para algunos comopentes de la MEC-matrix extracelular	152
Figura N° 67. Clasificacion de queratocono por grados de evolución, según la clasificación de Krumeich.	160
Figura N° 68. Porcentaje de ojos implantados por número de segmentos, uno o dos.	161
Figura N° 69. Agudeza Visual sin corrección lejana AVSC en escala logMAR, preoperatoria y en los meses 1, 3, 6, 12 y 24 del posoperatorio. (n = 24 ojos).	163
Figura N° 70. Agudeza Visual con corrección AVCC en escala logMAR, preoperatoria y en los meses 1, 3, 6, 12 y 24 del posoperatorio. (n = 24 ojos).	164
Figura N° 71. Líneas de Agudeza Visual sin corrección ganadas al año postoperatorio.	165
Figura N° 72. Líneas de Agudeza Visual corregidas ganadas	166
Figura N° 73. Líneas de agudeza visual sin corrección al año postoperatorio.	166
Figura N° 74. Líneas de agudeza visual con corrección al año postoperatorio	167
Figura N° 75. Valores queratométricos promedio medidos con queratometría manual.	170
Figura N° 76. Valores queratométricos promedio medidos con topógrafo Orbscan	170
Figura N° 77. Equivalente esférico antes y después de la implantación de anillos.	173

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 1. Signos del Queratocono	32
Tabla N° 2. Clasificación de Krumeich para el queratocono	34
Tabla N° 3. Enfermedades asociadas con queratocono	36
Tabla N° 4. Valores normales de topografía Orbscan II	49
Tabla N° 5. Dignostico Diferencial del queratocono. Tomado del Texto Tratamiento del Astigmatismo irregular y del queratocono.Highlights of Ophthalmology 2004	57
Tabla N° 6. Comparación de los segmentos INTACS y los de FERRARA	98
Tabla N° 7. Nomograma de espesores recomendados para queratocono.	108
Tabla N° 8. Datos preoperatorios y postoperatorios. Sigamos D, Ferrara P, J Cataract Refract Surg 2002; 28:1947–1951	113
Tabla N° 9. Resultados postoperatorios al sexto mes postoperatorio.	118
Tabla N° 10. Valores preoperatorios de UCVA	119
Tabla N° 11. Tiempo entre el procedimiento con Láser y la implantación de los INTACS,	120
Tabla N° 12. Valores postoperatorios,	121
Tabla N° 13. Estúdio de Sakuma de Oliveira Cinara y col Arq Bras Oftalmol 2004;67:509-17	128
Tabla N° 14. Primer nomograma usado para implantar segmentos de Ferrara.	134
Tabla N° 15. Nomograma para ectasias Simétricas	137
Tabla N° 16. Nomograma para ectasias Asimetricas. Dr Albertazzi 2005	137
Tabla N° 17. Nomograma para segmentos de Ferrara. SE. Equivalente Esferico.	138
Tabla N° 18. Datos preoperatorios del estudio inicial de Ferrara	142
Tabla N° 20. Número de ojos evaluados en cada valoración programada.	161

Tabla N° 21. Agudeza visual con y sin corrección (escala logMAR) en cada valoración programada.	163
Tabla N° 22. Correlación entre la queratometría manual y la queratometría medida con el topógrafo Orbscan II.	168
Tabla N° 23. Hallazgos queratometricos y topográficos en el preoperatorio y luego de la implantación de segmentos intraestromales Keraring®.	169
Tabla N° 24. Resultados refractivos antes y después de la implantación de anillos.	173
Tabla N° 25. Resultados visuales del ojo intervenido del caso RBP.	175
Tabla N° 26. Resultados visuales del ojo intervenido del caso RGS.	177
Tabla N° 27. Resultados visuales del ojo intervenido del caso JVA.	179
Tabla N° 28. Resultados visuales del ojo intervenido del caso MLR	181
Tabla N° 29. Estudios realizados con el objetivo de evaluar los resultados visuales posterior al implante de anillos intraestromales EEP	196

RESUMEN

TITULO: RESULTADOS VISUALES DE LOS SEGMENTOS INTRAESTROMALES PARA QUERATOCONO*

AUTOR: Valencia Montañez Jairo Fabian**

Palabras clave: Segmentos, cilindro, refractivo, extrusión, intraestromales

Objetivo: reportar los resultados visuales después de la implantación de segmentos intraestromales KERARING® (Mediphacos, Brasil) para la corrección del queratocono. El estudio fue realizado con pacientes del Centro Oftalmológico Virgilio Galvis, FOSCAL

Los segmentos intraestromales corneales KERARING fueron implantados para la corrección del queratocono; el análisis estadístico incluyó la agudeza visual sin corrección (AVSC), equivalente esférico EE), y la medida de la Profundidad de Cámara agudeza visual con corrección (AVCC), valores de queratometría, astigmatismo topográfico, y los resultados refractivos: (refracción esférica, refracción cilíndrica Anterior en el preoperatorio y postoperatorio. Los pacientes fueron examinados en el día 1, así como los meses 1, 3, 6, 12 y 24 del postoperatorio. Se registraron y analizaron las complicaciones postoperatorias.

Resultados: Veintiocho ojos de 23 pacientes fueron evaluados. La AVSC mejoró en 76 % de los ojos, sin alteración en 12 %, y empeoró en 12 %; la AVCC mejoró en 64.5 % de los ojos, sin alterarse en 12%, y empeoró en 24%. La AVSC promedio mejoró de $1,38 \pm 0,44$ logMAR preoperatoriamente a $0,93$ logMAR postoperatoriamente ($p=0,00$), y el promedio de AVCC paso de $0,56 \pm 0,31$ logMAR a $0,38 \pm 0,20$ logMAR en los primeros 12 meses del seguimiento. El equivalente esférico promedio (EE) fue reducido de $-5,05 \pm 2,79$ D a $-4,07 \pm 2,79$ D (12 meses); el promedio de cilindro refractivo fue reducido de $-4,26 \pm 2,14$ D a $2,87 \pm 1,88$ D ($p < 0,05$) y las queratometrías promedio disminuyeron de $50,73 \pm 4,49$ D a $47,98 \pm 4,35$ D postoperatoriamente hacia el mes 24. La extrusión de segmentos intraestromales ocurrió en 2 ojos (7.1%) y se presentó un caso de queratitis bacteriana (3.5%)

Conclusiones: la Implantación de segmentos intraestromales Keraring en pacientes con keratoconus mejora la AVSC, la AVCC, y los resultados refractivos principalmente el cilindro refractivo.

* Proyecto de grado

** Universidad Industrial de Santander, Departamento de medicina interna, Escuela de Medicina, Director: Dr. Virgilio Galviz Ramirez

ABSTRACT

TITLE: RESULTADOS VISUALES DE LOS SEGMENTOS INTRAESTROMALES PARA EL QUERATOCONO*

AUTHOR: Valencia Montañez Jairo Fabian**

Keys Words: Segments, cylinder, refracting, extrusion, intraestromales

Purpose: To report the outcomes visual after the implantation of intrastromal corneal ring segments (KERARING® Mediphacos, Brazil) for the correction of keratoconus. **Setting:** Private practice, Centro Oftalmológico Virgilio Galvis, Bucaramanga, Colombia

Methods: Intrastromal corneal ring segments were implanted for keratoconus correction; Statistical analysis included uncorrected visual acuity (UCVA), best spectacle-corrected visual acuity (BSCVA), keratometry (K) values, topographic astigmatism, refractive values (spherical refraction, cylinder refraction, spherical equivalent SE), and measurement of the Anterior Chamber Depth (ACD) (Orbiscan II Bausch & Lomb) in the preoperative and postoperative. Patients were examined before and after surgery at 1 day, as well as 1, 3, 6, 12 and 24 months postoperatively. In addition, the postoperative complications were recorded and analyzed.

Results: Twenty eight eyes of 23 patients were evaluated. The UCVA improved in 76% of eyes, was unchanged in 12%, and worsened in 12%; the BSCVA improved in 64.5% of eyes, was unchanged in 12%, and worsened in 24%. The mean UCVA improved from $1,38 \pm 0,44$ logMAR preoperatively to 0.93 logMAR postoperatively ($p=0.00$), and the mean BSCVA, from $0,56 \pm 0,31$ logMAR to $0,38 \pm 0,20$ logMAR at the 12 months during the follow-up. The mean spherical equivalent (SE) was reduced from $-5,05 \pm 2,79$ diopters (D) to $-4,07 \pm 2,79$ D (12 months); the mean refractive astigmatism was reduced from $-4,26 \pm 2,14$ D to $2,87 \pm 1,88$ D ($p < 0.05$) and the mean keratometry decreased from $50,73 \pm 4,49$ D preoperatively to $47,98 \pm 4,35$ D postoperatively in the 24 months during the follow-up. Intracorneal ring segment extrusion occurred in 2 eyes (7.1%) and bacterial keratitis in 1 eye (3.5%)

Conclusions: Implantation of Keraring intracorneal ring segments in patients with keratoconus improve the UCVA, the BSCVA, and the refractive outcomes principally the mean cylinder refraction.

* Proyecto de grado

** Universidad Industrial de Santander, Departamento de Medicina Interna, Escuela de Medicina, Director: Dr. Virgilio Galvis Ramirez

1. INTRODUCCION

El queratocono es un trastorno no inflamatorio del espesor corneal, que se presenta clínicamente como un adelgazamiento progresivo de la misma, induciendo una protrusión de la misma, lo cual conduce a una disminución de la agudeza visual por la presencia de astigmatismo irregular, diferentes grados de miopía, y opacidades corneales. En muchos aspectos el queratocono, confronta con los límites de la tecnología actual; su genética, etiología y pato-fisiología no son bien comprendidos hasta el momento, aunque día a día surgen nuevos reportes y estudios que podrían ayudar a dilucidar sus causas. El queratocono ha conducido a nuevas fronteras en el manejo con lentes de contacto, pero en casos más avanzados donde no hay adecuada tolerancia a estos, se precisa la intervención quirúrgica como opción de tratamiento.

Los más recientes acercamientos en cirugía refractiva para el tratamiento del queratocono han producido resultados decepcionantes; la epiqueratofaquia se ha abandonado actualmente; la queratotomía fotorefractiva (PRK) ha sido modesta en el mejor de los casos; la queratotomía radial y la Keratomileusis in Situ asistida por Laser (LASIK) está contraindicada totalmente.

El tratamiento del queratocono, depende de la severidad de la enfermedad; cuando los lentes de contacto fallan debido a que el paciente es intolerante a ellos o al no proveer una visión suficiente para las actividades diarias, además de los casos avanzados de la enfermedad donde se presentan opacidades corneales centrales, la queratoplastia penetrante a pesar de sus posibles complicaciones quirúrgicas, refractivas y postoperatorias, ha sido la modalidad quirúrgica usual para la rehabilitación visual en estos pacientes.

El queratocono es la causa más frecuente de trasplante de cornea. La realización de una queratoplastia involucra la necesidad de un tejido donador, y a pesar de

que las tasas de supervivencia del injerto corneano son superiores al 90% a 5 años, el riesgo de rechazo está siempre presente; la pérdida de células endoteliales que ocurre durante la cirugía y la pérdida continua de estas células durante los años que siguen debe ser bien consideradas. Esto sin hablar de los riesgos del postoperatorio inmediato, de la necesidad de un largo periodo de seguimiento y controles periódicos en esta joven y activa población.

La queratoplastia, sin embargo no es la respuesta final para estos pacientes; más frecuentemente tienen que volver a llevar lentes de contacto o gafas después de la cirugía, a causa de la miopía y del astigmatismo irregular residual

El queratocono es considerado hoy una contraindicación para la cirugía refractiva incisional, como la queratotomía radial o el LASIK debido a la inestabilidad corneal que confieren estas técnicas, y a que los estudios reportan pobre estabilidad y predictibilidad con dichas intervenciones.

En los últimos 10 años múltiples estudios han demostrado la eficacia y seguridad del implante de segmentos intracorneales para la corrección del queratocono a través del aplanamiento corneal central inducido con esta técnica. Cuando la cornea es transparente, la implantación de los anillos intraestromales para los portadores de astigmatismo irregular y miopía derivados del queratocono son una nueva y moderna alternativa en cirugía refractiva que podría mejorar la función visual y la tolerancia al uso de los lentes de contacto, y en pacientes seleccionados obviar la necesidad de un trasplante de cornea.

2. JUSTIFICACION

El esquema clásico de tratamiento del queratocono incluía una corta escala terapéutica limitada al uso de gafas, lentes de contacto y realización de queratoplastias penetrantes. En los últimos años, el empleo de segmentos de material acrílico incluidos en el estroma corneal como los INTACS® (Addition Technology), los Segmentos de Ferrara® (Ferrara Ophthalmics) y los segmentos Keraring® (KeraRing; Mediphacos, Belo Horizonte, Brasil), además de la realización de queratoplastias lamelares anteriores han ampliado las posibilidades de tratamiento del queratocono. Muy recientemente ha sido descrita una técnica que trata de realizar un abordaje del queratocono desde un punto de vista patogénico al intentar el refuerzo del colágeno del estroma corneal, denominado «crosslinking» corneal. Algunos muy recientes estudios, reportan el sinergismo de ambas técnicas, donde se podrían mejorar aún más los resultados refractivos usando las técnicas en combinación.

Con la tentativa de prevenir u obviar el trasplante de cornea, sus posibles riesgos y complicaciones, el implante de anillos o segmentos intracorneales es en estos momentos una opción quirúrgica viable para el queratocono, una vez que se trata de un procedimiento ambulatorio, mas económico, practicado con anestesia tópica, y menos invasivo al realizarse de forma extraocular, reversible y ajustable.

En el Centro Oftalmológico del Doctor Virgilio Galvis, se han realizado desde finales del año 2005, implantes de segmentos intraestromales para la corrección del queratocono, sin que exista un análisis estadístico que demuestre los resultados visuales de esta nueva técnica quirúrgica, sus complicaciones y posibles efectos secundarios, para permitir definir mas adecuadamente protocolos de selección de los pacientes, técnica quirúrgica ideal, manejo de complicaciones y de rehabilitación visual posterior a la intervención, y así lograr una mejor

satisfacción del paciente de por sí muy afligido, debido a la deficiente calidad visual e incluso a la mala calidad de vida que llevan producto de esta enfermedad.

Este estudio pretende mostrar la experiencia obtenida y los resultados visuales de los pacientes que fueron sometidos a implantes de segmentos intraestromales para el manejo del queratocono realizados en el Centro Oftalmológico del Doctor Virgilio Gálvis, motivados por lo novedoso de la técnica, sus potenciales beneficios y por la importancia de un seguimiento estricto de sus efectos secundarios y posibles complicaciones, además de informar y poder aportar a la comunidad científica nacional e internacional recomendaciones clínicas y quirúrgicas en futuras intervenciones, y de esa forma mejorar los resultados para beneficio de los pacientes que padecen esta enfermedad.

3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

3. 1. OBJETIVO GENERAL

Describir los resultados visuales posteriores al implante de segmentos intraestromales KERARING® en el tratamiento de ojos con queratocono en pacientes intervenidos del Centro Oftalmológico del Doctor Virgilio Galvis, en el período comprendido entre agosto de 2005 y diciembre de 2006.

3. 2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a. Describir la evolución de los resultados refractivos, la agudeza visual y los hallazgos topográficos luego del implante de segmentos intracorneales, en el día 1 y en los meses 1, 3, 6, 12 y 24 del posoperatorio.
- b. Explorar el cambio en los valores queratométricos y en la profundidad de la cámara anterior luego del implante de segmentos intracorneales, en el día 1 y en los meses 1, 3, 6, 12 y 24 del posoperatorio.
- c. Explorar el cambio de los resultados refractivos (poder dióptrico esférico, poder dióptrico cilíndrico y equivalente esférico) luego del implante de segmentos intracorneales, en el día 1 y en los meses 1, 3, 6, 12 y 24 del posoperatorio.
- d. Explorar el cambio de la agudeza visual, sin y con corrección, luego del implante de segmentos intracorneales, en el día 1 y en los meses 1, 3, 6, 12 y 24 del posoperatorio.

3.3 OBJETIVOS DE SEGURIDAD

Valorar las posibles complicaciones y efectos secundarios posteriores al implante de los segmentos intraestromales, definidas como:

Infección o queratitis, extrusión o pérdida del implante, generación de astigmatismo inducido, pérdida de líneas de agudeza visual, rechazo o intolerancia al implante.

4. MARCO TEORICO

4.1 DEFINICION DEL QUERATOCONO

El queratocono es una enfermedad no inflamatoria progresiva, en la que la cornea asume una deformación en forma de cono, con protrusión del ápex a menudo centralmente o inferior al centro de la cornea, con eventual adelgazamiento del estroma corneal, induciendo miopía axial y astigmatismo irregular; Esto conduce a una moderada o marcada pérdida de la calidad de la visión.

El termino ectasia, que se define como una dilatación, expansión o distensión del tejido todos los cuales involucran la noción de un incremento en el área de superficie por un proceso de estiramiento; a pesar de que se acepta mundialmente que el queratocono es una verdadera ectasia, no se ha confirmado completamente por medidas objetivas. Algunos estudios encuentran que las corneas humanas tienen un área de superficie de aproximadamente 120 mm² en ojos vivos, estos valores promedios se conservan en una variedad de formas de cornea, incluyendo las corneas con queratocono. Siempre que la superficie corneal permanece constante, la posibilidad de remodelar la superficie en una forma útil ópticamente, sigue siendo viable. Sin embargo el termino ectasia acuñado por la mayoría del vocabulario oftálmico, es sinónimo de queratocono, y probablemente permanecerá así.

Casi siempre es bilateral aunque solamente un ojo podría ser afectado inicialmente. Aunque es frecuente la asimetría y puede inicialmente ser unilateral, mediante estudios de topografía corneal se encuentra que es bilateral en un alto porcentaje de los casos, aproximadamente en un 95%.

Mediante análisis de supervivencia se estima que 50% de los casos unilaterales progresaran a bilaterales en 16 años

4.1.2 Etiología Y Genética Del Queratocono. A pesar de las extensas investigaciones, la etiología y los mecanismos asociados al adelgazamiento estromal continúan inciertos. Recientes trabajos sugieren que la pérdida del estroma corneal es causada por el incremento en los niveles de actividad de proteasas o a disminución de los niveles de inhibidores de estas proteasas.

Se cree que el adelgazamiento se debe al incremento de la actividad de enzimas degradativas. Las corneas con queratocono tienen una acumulación citotóxica por vías de peroxidación lipídica y del óxido nítrico, enzimas antioxidantes anormales y un incremento en los niveles de DNA mitocondrial dañado. Estos hallazgos sugieren que un estrés oxidativo contribuye al queratocono, pero las asociaciones moleculares y/o genéticas anormales, son desconocidas.

Es también conocido que la injuria del epitelio como en los pacientes que se frotan constantemente los ojos, así como en el trauma o la cirugía refractiva, puede causar la pérdida de los queratocitos del estroma anterior vía apoptosis, observada hasta en un 60% de las corneas queratocónicas, modulada por la interleukina-1

También hay fuerte evidencia sugiriendo que factores genéticos podrían jugar un papel en la patogénesis de la enfermedad: en un reciente estudio por Heon y col sugieren que la mutación en el gen VSX1 (mapeado de la región cromosómica 20p11-q11) puede jugar un papel en cerca del 4,7% de los pacientes con queratocono aislado.

Existen diferentes asociaciones entre queratocono y el síndrome de Down; un 15% de estos pacientes tienen queratocono en la población blanca, aunque no es común en la población asiática. Un incremento en el daño oxidativo y en el gen de la peróxido dismutasa (SOD1) también son implicados en este síndrome.

Estudios genéticos muestran que el queratocono es ligado al cromosoma 21, el mismo cromosoma en el que el SOD1 está localizado

4.1.3 Epidemiología. La incidencia reportada varía; la mayoría de estas estimaciones varían entre 50 a 230 por cada 100.000 habitantes de la población general. (Aproximadamente de 1 a 4,6 por 2000 habitantes)

La prevalencia es de 54.5 por 100.000 (0.05%). La variabilidad en estos reportes refleja el criterio subjetivo a menudo usado en establecer el diagnóstico. Esta enfermedad se presenta en todos los grupos étnicos, sin preponderancia entre hombres o mujeres. Clásicamente tiene su inicio en la pubertad y progresa hasta la tercera o cuarta década, cuando usualmente se detiene; sin embargo podría aparecer en cualquier momento de la vida y progresar a cualquier edad

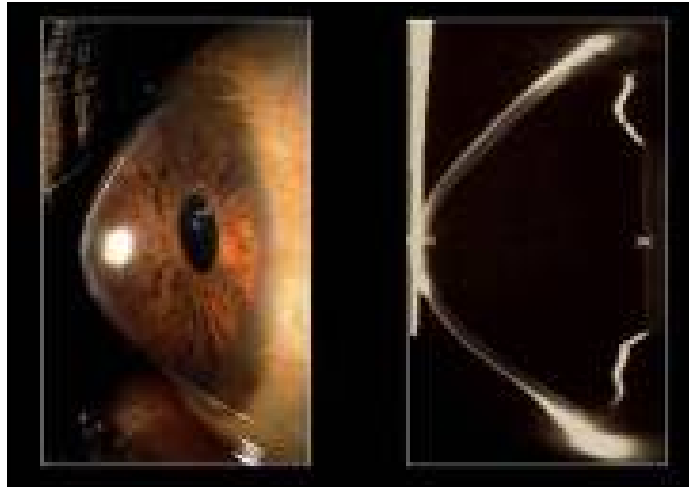
4.1.4 Clínica Y Biomicroscopia. Los síntomas son altamente variables y dependen en parte del estadio y la progresión de la enfermedad. En estadios tempranos podría incluso ser asintomático, y se podría diagnosticar en un examen de rutina cuando simplemente el paciente no mejora en su visión corregida a el 20/20. En casos avanzados de la enfermedad una significativa distorsión de la visión acompañada por profunda pérdida de la visión, sin que afortunadamente se llegue a una ceguera total por esta enfermedad.

Los signos clínicos dependen de la severidad de la enfermedad. (Tabla 1)

a. En fases intermedias se hace visible el adelgazamiento central y paracentral inferior y aparecen uno o varios de los siguientes signos clásicos:

b. Protrusión cónica: (Fig 1). Dos posibles patrones: uno más central o circular, en “forma de pezón”, y otro más amplio, oval o “caído”. El ápice del primero tiende a situarse algo inferotemporal. La topografía muestra los rasgos típicos.

Figura N° 1 Protrusión cónica.

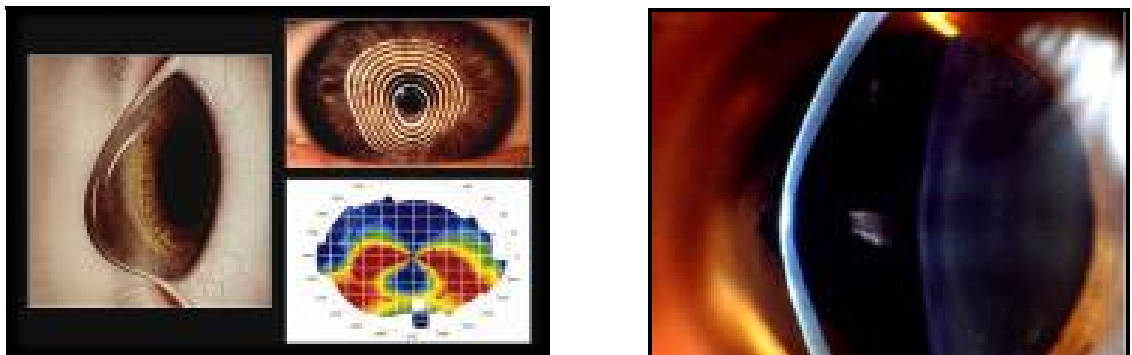


Tomado de www.pacificu.edu/.../15167/etiologypg1.cfm

En estadios moderado y avanzados de la enfermedad cualquiera de los siguientes signos podría ser detectado al examen con lámpara de hendidura:

c. Adelgazamiento estromal: (Fig 2). Que puede ser central o paracentral, más comúnmente inferior o inferotemporal).

Figura N° 2. Adelgazamiento estromal.



Tomado de www.pacificu.edu/.../15167/etiologypg1.cfm

d. Anillo de Fleischer: (Fig 3). Línea ferrosa, parcial o rodeando completamente el cono, observado en un 50% de los pacientes. Esta formación tiene una coloración

amarilla o marrón, variable de acuerdo a la cantidad de hierro depositada en la membrana basal del epitelio.

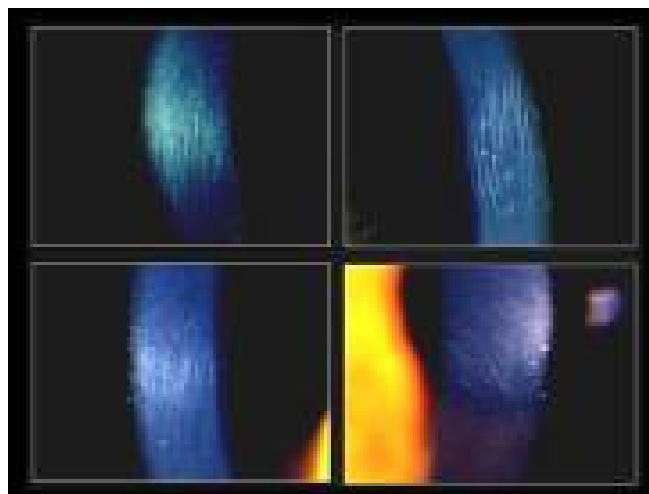
Figura N°3. Anillo de Fleischer.



Tomado de www.pacificu.edu/.../15167/etiologypg1.cfm

e. Estrías de Vogt: (Fig 4). Líneas finas verticales en la profundidad del estroma y la membrana de Descemet paralelas al eje del cono que desaparecen transitoriamente con una suave presión digital. Este signo podría aparecer hasta en un 50% de los casos.

Figura N° 4. Estrías de Vogt.



Tomado de www.pacificu.edu/.../15167/etiologypg1.cfm

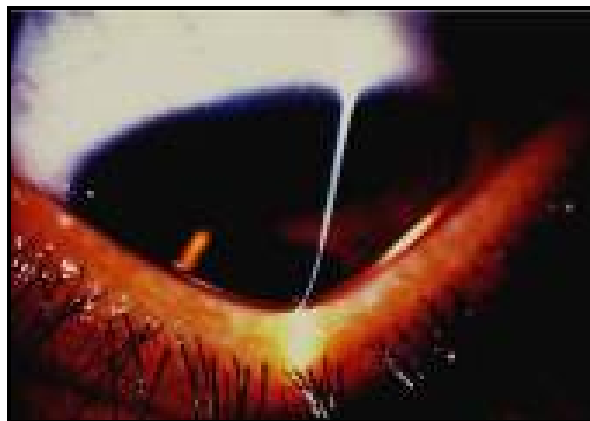
Otros signos podrían incluir:

- f. Nébulas epiteliales, producidas por el uso de los lentes de contacto.
- g. Cicatrices o leucomas en estroma anterior,
- h. Agrandamiento de los nervios corneales, observados como finas opacidades estromales ocasionadas por pequeñas rupturas de la membrana de Bowman y su posterior cicatrización, con un incremento en la intensidad del reflejo endotelial y líneas fibrilares subepiteliales.

Los signos de Munson y Rizzuti son signos externos asociados con queratocono avanzado:

- i. El signo de Munson (Fig 5) en una conformación en forma de V en el párpado inferior por la ectasia corneal en la mirada hacia abajo.

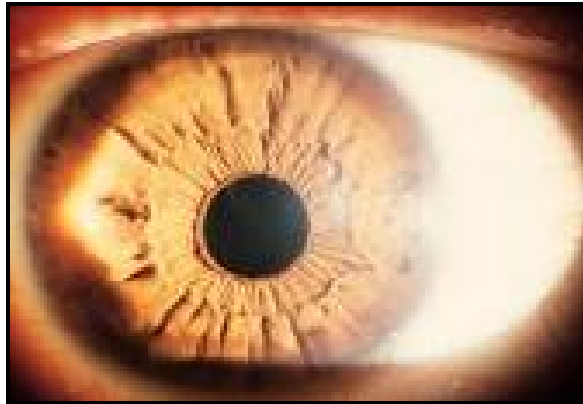
Figura 5. Signo de Munson



Tomado de www.pacificu.edu/.../15167/etiologypg1.cfm

- j. El Signo de Rizzuti (Fig 6) es el Signo clínico presente en el queratocono consistente en el estrechamiento de un haz luminoso cuando es proyectado lateralmente sobre la córnea en los casos de queratocono avanzado

Figura N° 6. Signo de Rizzuti.



Tomado de www.queratocono.es

k. Los pacientes con enfermedad avanzada pueden ocasionalmente presentar un súbito inicio de pérdida visual acompañada de dolor. En el examen bajo lámpara de hendidura la conjuntiva puede estar con inyección y opacidad difusa del estroma en la cornea. Esta condición denominada hidrops, (Fig 7) es causada por rupturas en la membrana de Descemet con imbibición estromal de acuoso a través de estas rupturas. El edema puede persistir por semanas o meses, usualmente disminuye gradualmente, con alivio del dolor y resolución del enrojecimiento y edema corneal, finalmente reemplazado por una cicatriz.

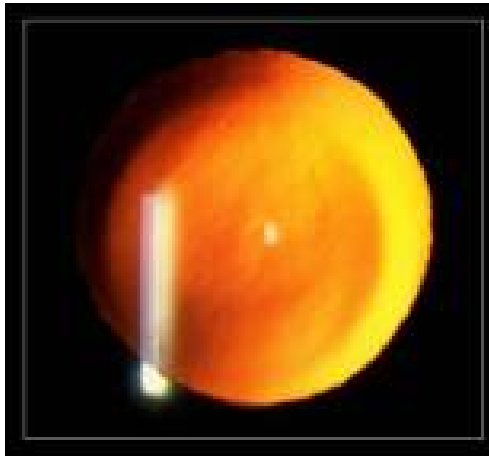
Figura N° 7. Hidrops corneal secundario a queratocono.



Tomado de www.pacificu.edu/.../15167/etiologypg1.cfm

l. En estadios iniciales de la enfermedad la cornea puede aparecer como normal en el examen clínico biomicroscópico; sin embargo puede aparecer una distorsión o aplanamiento en las miras de la Queratometría, o revelar cierto incurvamiento y distorsión inferior de las miras, que puede hacerse más evidente en la mirada hacia arriba. Aparecen sombras en tijera en la esquiascopía sin una clara neutralidad y por retroiluminación con la pupila dilatada, el signo de la gota de aceite de Charleux (Fig 8)

Figura 8. Signo de Charleaux visto con dilatación pupilar.



Tomado de www.pacificu.edu/.../15167/etiologypg1.cfm

m. En estos estadios tempranos, cuando la cornea aparenta ser normal los estudios topográficos permiten detectar muy precozmente cambios típicos en la curvatura corneal. La paquimetría también puede medir el adelgazamiento antes de que sea visible con la lámpara de hendidura, pero la gran variabilidad entre sujetos normales hace difícil establecer un criterio diagnóstico.

Tabla N° 1. Signos del Queratocono

Signos externos	-Signo de Munson -Fenómeno de Rizzuti
Hallazgos en lámpara de hendidura	-Adelgazamiento estromal -Líneas de estrés posterior (estrías de Vogt) -Anillo de hierro (anillo de Fleischer) -Cicatrización epitelial o subepitelial
Signos de retro iluminación	-Imagen en tijera a la retinoscopia -Signo de la gota de aceite (Charleaux)
Signos de Queratometría	-Compresión de las miras inferotemporales (miras en forma de huevo) -compresión de las miras inferior o centralmente
Signos de topografía corneal	-Incremento localizado en el poder superficial -Asimetría dióptrica inferior superior -Unión relativa del eje radial mas curvo sobre y debajo del meridiano mas curvo

4.1.5 Clasificación Clínica Del Queratocono. La clasificación correcta del tipo de queratocono es fundamental para decidir el tratamiento a aplicar e intentar predecir su evolución. Se pueden clasificar los queratoconos atendiendo a los diferentes aspectos clínicos.

4.1.5.1 Clasificación De Amsler (1938): Es una de las más mencionadas en la bibliografía y de gran utilidad clínica, pues se basa en la ruptura de la línea de hierro (Fe) al hacer queratometría con el instrumento de Javal:

- Estadio I: astigmatismo oblicuo con asimetría de las miras en el oftalmómetro de Javal
- Estadio II: astigmatismo más elevado con mayor asimetría de las miras y evidente adelgazamiento corneal
- Estadio III astigmatismo no medible con oftalmómetro de Javal, Adelgazamiento corneal marcado.

- Estadio IV: lo anterior mas la presencia de opacidades corneales

4.1.5.2 Estadios Queratométricos

Medio: < 45 Dioptrías

Moderado: entre 45 a 52 Dioptrías

Avanzado: entre 52 y 62 Dioptrías

Severo: > 62 Dioptrías

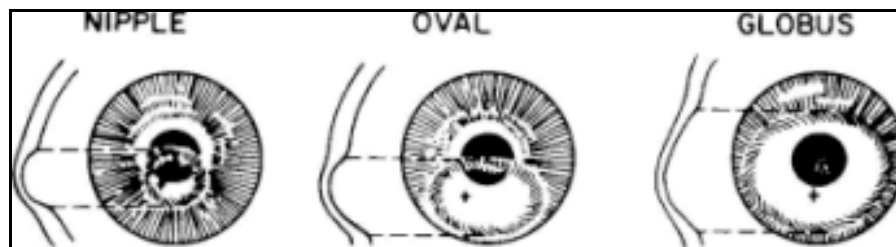
4.1.5.3 Según su Morfología: Por su aspecto existe una clasificación (ya clásica) realizada por Caroline, Donald, Doughman y Mc Guire (1978) en la que se describen tres tipos de queratoconos: (Fig 9)

Forma de pezón (84%)

Forma ovalado (16%)

Aspecto de globo (0.25%)

Figura N° 9. Morfología del queratocono.



Tomado de www.queratocono.es

4.1.5.4 Clasificación de Krumeich. Krumeich y coautores han propuesto una clasificación clínica en 4 estadios del queratocono basados en el astigmatismo, poder corneal, transparencia corneal y espesor corneal. (**Tabla 2**) Esta clasificación es diferente a la de Amsler Krumiech, donde incluyen entre otros

parámetros la tolerancia o no al uso de lentes de contacto y la agudeza visual mejor corregida

Tabla N° 2. Clasificación de Krumeich para el queratocono

ESTADIO	CARACTERISTICAS
1	Encurvamiento corneal excéntrico Miopía o astigmatismo inducido < 5 Dioptrías Poder Corneal ≤ 48 dioptrias Estrías de Vogt: ausencia de cicatrices.
2	Miopía o astigmatismo inducido >5 D < 8 Dioptrías Poder Corneal ≤ 53 Dioptrias No cicatrices corneales centrales Espesor corneal ≥ 400 micras.
3	Miopía o Astigmatismo inducidos >8 y <10 Dioptrías Poder Corneal >53 Dioptrías No cicatrices corneales centrales Espesor corneal 200 a 400 micras
4	Refracción no Medible Poder Corneal > 55 Dioptrías Cicatrices centrales centrales; perforación Espesor corneal < 200 micras

4.1.5.5 Otras Clasificaciones. Existen otras clasificaciones clínicas mas complicadas y menos usadas, como la clasificación de Merlin propuesta en el año 2002, que clasifica la enfermedad desde el estadio subclinico, pasando por 4 estadios, de menor a mayor severidad, teniendo en cuenta entre otras la deformidad de las miras, calidad visual con gafas y lentes de contacto, evaluacion topografica, paquimetrías, y opacidades corneales.

4.1.6 Condiciones Asociadas y Edad de Inicio. Clásicamente tiene un inicio en la pubertad, y es progresiva hasta la tercera o cuarta década de la vida. Esta

podría sin embargo comenzar tarde en la vida o detenerse a cualquier edad. Raramente podría ser congénito. Es más comúnmente una condición aislada a pesar de algunos reportes que muestran la coexistencia con otros desordenes.

Reconocidas asociaciones incluyen:

a. Atópi. Varias alteraciones atópicas tales como dermatitis, rinitis, conjuntivitis vernal, asma, se observan en pacientes con queratocono. En estos pacientes se encuentran niveles séricos elevados de IgE

b. Síndrome de Down. Trisomía del cromosoma 21, que ha sido relacionada con un gran número de alteraciones oculares, como epicanto, catarata, estrabismo, nistagmos y queratocono. En este tipo de pacientes el queratocono agudo (Hydrops) es más frecuente que en el resto de la población portadora de queratocono.

c. Alteraciones de Retina. Amaurosis congénita de Leber, Retinosis Pigmentaria y otras degeneraciones tapetoretinianas.

d. Desordenes de Tejido Conectivo. Se han relatado casos de queratocono en pacientes con Síndrome de Marfan, Síndrome de Ehlers-Danlos y Osteogenesis imperfecta.

e. Importantes Asociaciones de Prolapso de Válvula Mitral, Queratocono y Alergia Están descritas. estos pacientes, especialmente los que reportan visión borrosa, deberían ser sometidos a estudio oftalmológico y topografía corneal. Pacientes con queratocono avanzado se han asociado a alta incidencia de prolapso de la válvula mitral (58%) . **(Tabla 3).**

Atopia, rascado o frotamiento de los ojos, uso de lentes de contacto duros han sido reportados asociados altamente con este desorden, y 6-8% de los casos reportados tienen una historia positiva de transmisión familiar

Tabla. N° 3 Enfermedades asociadas con queratocono

<i>Diseases Reported in Association With Keratoconus</i>	
Multisystem Disorders	Ocular Disorders (Noncorneal)
Alagille's syndrome ¹¹⁶	Aniridia ⁶³
Albers-Schonberg disease ⁴⁰	Anetoderma and bilateral subcapsular cataracts ¹⁵
Angleman syndrome ⁷³	Ankyloblepharon ¹⁵
Apert's syndrome ⁴⁴	Bilateral macular coloboma ³⁹
Autographism ⁵⁷	Blue sclerae ⁴⁹
Anetoderma ¹³	Congenital cataracts ⁶⁴
Bardet-Biedl syndrome ³⁷	Ectodermal and mesodermal anomalies ⁶⁸
Crouzon's syndrome ^{95,160}	Floppy eyelid syndrome ⁸⁷
Down syndrome ²⁴	Gyrate atrophy ⁶⁴
Ehlers-Danlos syndrome ⁶⁹	Iridoschisis ²⁹
Goltz-Gorlin syndrome ¹⁶²	Lebers congenital amaurosis ³⁰
Hyperornithemia ⁶³	Persistent pupillary membrane ⁶³
Ichthyosis ³⁵	Posterior lenticonus ¹⁶
Kurz syndrome ¹⁶⁴	Retinitis pigmentosa ³³
Laurence-Moon-Bardet-Biedl syndrome ¹⁴⁹	Retinal dissection syndrome ¹²⁷
Marfan's syndrome ⁶	Retrolental fibroplasia ⁷⁴
Mulvihill-Smith syndrome ¹¹⁴	Vernal conjunctivitis ⁴⁸
Nail patella syndrome ⁴⁹	Corneal Disorders
Neurocutaneous angiomas ³⁸	Atopic keratoconjunctivitis ⁴⁸
Neurofibromatosis ¹⁴⁹	Axenfeld's anomaly ¹³³
Noonan's syndrome ¹²⁵	Avellino's dystrophy ¹²¹
Osteogenesis imperfecta ⁸	Chandler's syndrome ⁴³
Oculodentodigital syndrome ⁴⁹	Corneal amyloidosis ⁶³
Pseudoxanthoma elasticum ¹⁴⁹	Deep filiform corneal dystrophy ⁶³
Rieger's syndrome ⁴⁹	Essential iris atrophy ¹¹
Rothmund's syndrome ⁶²	Fleck corneal dystrophy ⁶³
Tourette's disease ³²	Fuchs corneal dystrophy ⁷³
Turner's syndrome ⁹¹	Iridocorneal dysgenesis ⁵
Xeroderma pigmentosa ¹²	Lattice dystrophy ²⁴
Other Systemic Disorders	Microcornea ⁶³
Congenital hip dysplasia ⁹⁰	Pellucid marginal degeneration ⁵⁹
False chordae tendinae of left ventricle ⁶⁴	Posterior polymorphous dystrophy ²⁶
Joint hypermobility ¹¹⁷	Terrien's marginal degeneration ⁶³
Mitral valve prolapse ¹²⁹	
Measles retinopathy ⁹⁴	
Ocular hypertension ¹⁰	
Thalasseli syndrome ¹³⁸	

Tomado de Rabinowitz YS. Keratoconus. Mayur Review. Surv Ophthalmol 1998

4.1.7 Diagnostico

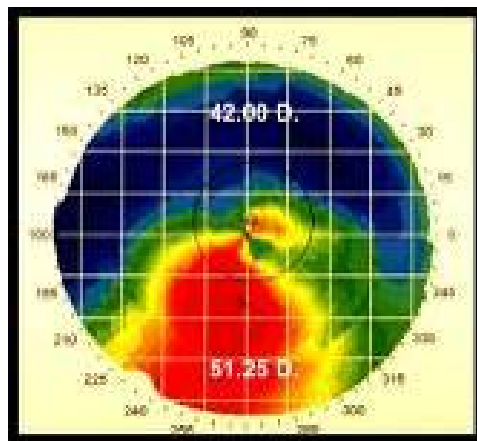
4.1.7.1 Diagnostico Topográfico. a. Son múltiples los sistemas disponibles para detectar la presencia de queratocono midiendo la topografía corneal anterior. Van desde los más económicos como los discos de Placido, a los más sofisticados y

costosos como la topografía computarizada. Los queratoscopios de manejo manual como el queratoscopio de Klein, muestran el queratocono temprano por una desviación hacia abajo del eje horizontal en los reflejos del disco de placido

b. La topografía asistida por computador genera unos mapas con diferentes códigos de color e índices topográficos. Estos aparatos son hoy en día muy sofisticados y sensibles para el diagnostico del queratocono. Existen múltiples estudios para caracterizar el fenotipo topográfico de los queratoconos clínicamente detectables por topografía corneal

c. Un amplio grupo de pacientes evidencian conos periféricos con incurvamiento que se extiende hasta la periferia. Este incurvamiento generalmente está localizado en uno de los cuadrantes; un pequeño grupo de pacientes tienen alteraciones topográficas centrales. Muchos de estos conos centrales tienen una configuración en reloj de arena similar al que se encuentran en un astigmatismo natural sin queratocono.

Figura 10. Topografía corneal computarizada en queratocono



Tomado de www.pacificu.edu/.../15167/etiologypg1.cfm

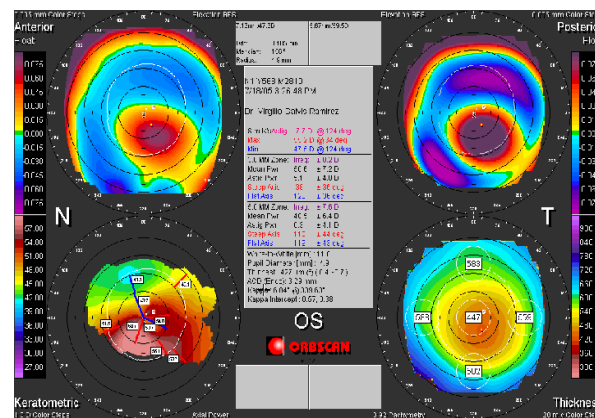
d. En pacientes con queratocono, sin embargo el patrón de pajarita es asimétrico, en la mayoría de los casos con la curva mayor a nivel inferior. (Fig 10) Por el

contrario, en pacientes con astigmatismo con la regla y queratocono, el eje radial mas curvo suele ir debajo del meridiano horizontal dando una configuración de pajarita en 8. Otro patrón encontrado en el cono central es el incurvamiento más simétrico sin apariencia de pajarita. Este patrón generalmente es bilateral, pudiendo estar más avanzado en un ojo que en el otro.

Resumiendo, el queratocono en la topografía computarizada tiene 3 características que no se presentan en un estudio topográfico de un paciente normal:

1. Un área de alto poder corneal rodeada por áreas concéntricas de bajo poder.
2. Asimetría en el poder inferior y superior (Fig 11)
3. Eje radial mas curvo arriba y debajo del meridiano horizontal

Figura N° 11. Topografía Orbscan II, de queratocono asimétrico.



Cortesía Cons. Dr V Galvis

4.1.7.2 Detección Precoz. a. Históricamente Marc Amsler, en 1938 **¡Error! Marcador no definido.** fue el primero en describir cambios topográficos tempranos en un paciente con queratocono antes de la sospecha clínica o a través de un estudio biomicroscópico, utilizando los discos fotográficos de Placido. Los estudios clásicos sobre la historia natural del queratocono evidenciaron la

progresión desde las pequeñas distorsiones de la superficie corneal hasta el queratocono clínicamente detectable. Catalogo el queratocono en estadios clínicamente reconocibles y en estadios latentes únicamente reconocibles a través de los discos de Placido. Estos estadios fueron subdivididos en dos categorías “queratocono fruste” (del latín frustum-fruste, que quiere decir rudimentario, primitivo), 1 a 4 grados de desviación del eje horizontal del disco de Placido, y 4 a 8 grados de desviación, denominado “precoz o leve”. En el estudio de Amsler de 600 pacientes, el 22% presentaba queratocono clínico en ambos ojos, 26% en un solo ojo, y el 52% presentaba queratocono bilateral.³⁹

b. La detección precoz del queratocono sería importante para estudios de genética de la enfermedad, y especialmente hoy día, para la selección de pacientes para cirugía refractiva por su implicación como factor de riesgo de la ectasia post-LASIK, pues se calcula su presencia hasta en 70% de casos. También en ocasiones, la existencia de datos topográficos anormales nos puede hacer establecer una indicación de tratamiento en superficie o descartar en su caso, la ablación corneal. No obstante, existen trabajos de pacientes con queratocono frustro, que han sido tratados con cirugía en superficie o incluso LASIK-LASIK de hasta 8 dioptrías

4.1.7.3 Descriptores Cuantitativos. El desarrollo de descriptores cuantitativos precisos de patrones topográficos en el queratocono permite un reconocimiento más sencillo de los patrones, pudiendo desarrollar un fenotipo cuantitativo para formular criterios topográficos mínimos en el diagnóstico de queratocono. Los índices cuantitativos derivados de la topografía representan potencialmente un modo reproducible de la cuantificación del queratocono y sus fenotipos precoces y puede permitirnos determinar la transición de una topografía normal a una topografía de queratocono.

4.1.7.4 Índices Topográficos. Durante los años de implantación de la topografía de reflexión se han desarrollado numerosos índices y programas de detección incorporados al software de los distintos aparatos. Los índices más relevantes desarrollados por Rabinowitz mediante el topógrafo TMS1 y 2 serían:

a. QUERATOMETRIA. (valor medio de la Sim K): se mide en los anillos 8,9 y 10 (Tomey). Si $> 45,7D$ sospechoso.

b. K CENTRAL: es el poder dióptrico MEDIO en los anillos 2, 3, y 4. Es anormal por encima de $47D-47,2 D$.

c. VALOR I-S (inferior-superior): se miden 30 puntos a 3 mm del centro (zona óptica de 6 mm) en los anillos 14, 15, y 16 a intervalos de 30° . El valor «I» a 210° , 240° , 270° , 300° y 330° ; el valor «S» a 30° , 60° , 90° , 120° y 150° . Valor normal $< 1,4 D$. Ha ido variando con el tiempo, de 3 D en los primeros años a incluso 0,8 en algunos estudios.

d. SRAX (kewed radial axis value, desviación de ejes más curvos): se dibuja el eje más curvo por encima del meridiano horizontal en los anillos 5 a 16. Se identifica lo mismo por debajo de la horizontal. La diferencia angular entre los dos radios se sustrae de 180, dando el SRAX.

e. Rabinowitz-McDonnell (1989). Proponen sus criterios ya clásicos: K central $> 47D$, Valor I-S $> 1,5 D$ y diferencia K central de ambos ojos $> 1D$. En 1995 se propone modificación a K central $> 47,2 D$ y Valor I-S $> 1,4 D$

Estos datos los suministra normalmente el topógrafo o bien los calculamos fácilmente con el cursor haciéndonos una idea rápida del índice de sospecha. Se admite como normal un I-S menor de 1,4 D; sospechoso entre 1,4 y 1,9 D; $>$ de 1,9 sería ya «early» queratocono o queratocono clínico inicial.

Esto tiene una aplicación particular en el estudio de pacientes para cirugía refractiva, ya que pueden aparecer resultados impredecibles e insatisfacción del paciente, atribuidos a la cirugía refractiva en pacientes miópicos con ``queratocono precoz`` no diagnosticado.

4.1.7.5 Programas Topográficos para Diagnostico. Los programas de software con índices cuantitativos están disponibles para alertar al clínico de la presencia de queratocono o topografía ``sospechosa`` durante un proceso de screening para cirugía refractiva. Existen tres programas de software en la actualidad: La K de Rabinowitz y el índice I-S de la topografía Tomey, el sistema Maeda-Klyce también basado en la topografía Tomey, y el sistema más reciente, KISA%, que utiliza plataformas amplias para usarse en distintos equipos topográficos.

- **La K de Rabinowitz** El set inicial de índices desarrollado fue la K de Rabinowitz y los valores I-S. Rabinowitz sugiere que el diagnostico de queratocono puede ser hecho en base a una Queratometría corneal por encima de 47.2 dioptrías, aplanamiento de la cornea inferior más de 1.20 dioptrías comparada con la cornea superior, y una inclinación del eje radial del astigmatismo más de 21 grados. Sin embargo, los estudios de la cornea anterior por medio de la topografía corneal permite la detección de formas tempranas, y subclínicas de la enfermedad.

Estos índices cuantificaban el incurvamiento central encontrado en conos ovales. La ventaja de este sistema era su simplicidad y su extrema sensibilidad. La desventaja es su relativamente alta frecuencia de falsos positivos y su incapacidad para cuantificar al astigmatismo irregular que ocurre en queratoconos. Los falsos positivos, sin embargo alertan al clínico hacia otras enfermedades que deben descartarse antes de una cirugía refractiva **¡Error! Marcador no definido.**

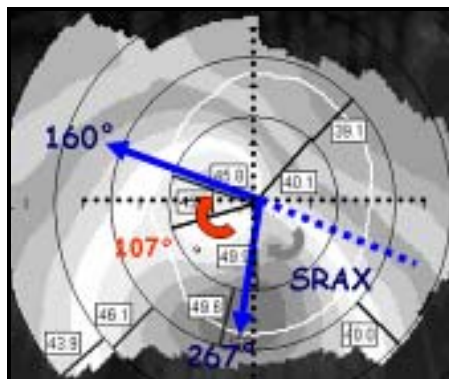
- **El sistema Maeda-Klyce.** Basado en una serie de índices (sim K, cyl, SAI, SRI, DSI, OSI, CSI, SDP, IAI, KPI, AA) nos da el «KCI» o «índice de queratocono», valor normal: 0%.

Disponible sólo en el Topógrafo Tomey 2 fue desarrollado para ser más específico, disminuir la frecuencia de falsos positivos y diferenciar queratocono de una amplia gama de otras patologías corneales. En su versión actual usa una serie de sistemas de red neural. La desventaja del sistema es su complejidad y especificidad sólo para el topógrafo Tomey. También su índice de predicción de queratoconos (KPI), expresado en % de queratocono, no tiene correlación clínica con el grado del queratocono, ya que se derivó únicamente con datos del laboratorio de los videoqueratógrafos.

Smolek-Klyce: aporta el «KSI» o «índice de severidad de queratocono», basado en redes neuronales, cuyo valor normal es < 15% **¡Error! Marcador no definido.**

- **Índice Kisa.** El índice KISA%, desarrollado por Rabinowitz en 1999, es un producto que proviene del valor K, cilindro, de los valores I-S y un nuevo índice SRAX, desarrollado para medir el astigmatismo irregular que sucede en el queratocono pudiéndose el de mayor utilidad del screening de topografía para cirugía refractiva. (Fig 12)

Figura N° 12. Índice KISA%.



Tomado de Rabinowitz, Rasheed. J Cataract Refract Surg – Vol 25, Oct 99

Tiene un alto índice de correlación clínica para el estado de la enfermedad, que claramente diferencia queratoconos de córneas normales e informa de un rango de potencial “sospechoso” con mínima superposición con la población normal. Adicionalmente el índice KISA% es mucho más preciso y específico que cualquier otro sistema para la detección de queratocono previamente descrito.

Cuando el valor KISA% tiene un valor de 100 o más, el paciente tiene un queratocono clínico detectable y la severidad en la enfermedad se incrementa a nivel que el valor del índice también aumenta. El uso de este índice ha sido una clara separación entre lo que es una córnea normal y una córnea con queratocono. Valores entre el 60% y el 100% se usan para designar pacientes con queratocono “sospechoso” con riesgo mínimo de coincidencia con la población normal (<0.5). De esta forma, es una herramienta muy útil para la detección de queratocono en candidatos a cirugía refractiva.

A los pacientes con sospecha de queratocono se les puede hacer un seguimiento en el tiempo mediante este índice para ver cuándo desarrollan el queratocono y tomar una decisión individual para excluirlos del procedimiento quirúrgico refractivo. Debido a que este índice tiene una excelente correlación clínica, cualquier mapa topográfico con un índice mayor del 100% revelará un queratocono y de esta forma el paciente se excluiría del procedimiento refractivo tal como la queratotomía radial o el LASIK.

Si no se detectaran signos clínicos antes de realizar la topografía, un valor por encima del 100% debería alertar al clínico sobre la posibilidad de un queratocono y buscar el reflejo de tijeras sobre una pupila dilatada en la retinoscopía o realizar paquimetrías para buscar adelgazamientos corneales y verificar la presencia de un queratocono “precoz”.

Este índice necesita visiblemente ser verificado por observadores independientes usando grupos de controles normales y pacientes con queratocono.

Sin embargo, una vez verificado, su simplicidad permite que sea usado universalmente para diagnosticar queratoconos en diferentes topógrafos. Este sistema, utiliza algoritmos sagitales y tangenciales.

En este momento se trabaja para tener disponible este sistema sobre todos los topógrafos para hacerlo aceptable universalmente como diagnóstico y cuantificación del queratocono.

- **Indice de Localizacion y Magnitud del Cono (CLMI) The Cone Location and Magnitude Index.** Método poco utilizado en nuestro medio. Se calcula con base en los valores de curvatura axial. El cálculo se hace en 4 pasos:

1. C1 es el área circular de 1 mm dentro de los 3 mm centrales de la córnea que tiene la máxima curvatura axial.

2. M1 es la diferencia entre el poder corregido de C1 y el poder corregido del resto de los 3 mm centrales de la córnea.

3. M2 se calcula tal como C1 en el meridiano opuesto 180 grados.

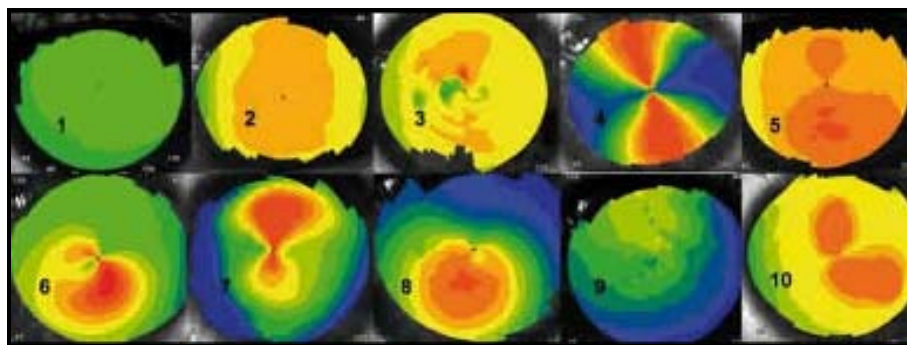
4. Si M1 se encuentra dentro de los 2.5 mm centrales, $CLMI = M1$. Si no, $CLMI =$

$M1 - M2$

Un valor de índice CLMI de 3.0 o mayor se asocia a queratocono.

4.1.7.6 Patrones topográficos . Para poder interpretar una topografía, debemos conocer los patrones topográficos descritos por Rabinowitz el cual estudio las topografías de 195 individuos sin patología conocida y no portadores de lentes de contacto (Fig 13). Los patrones más frecuentes fueron redondo, oval, botón de camisa simétrico y asimétrico. Los patrones en «j» encontrados por Rabinowitz al ser examinados en profundidad demostraron ser queratoconos incipientes. Hay que prestar atención siempre a los intervalos de las escalas empleados al valorar de cualquier topografía. Se ha propuesto el empleo de escalas estándar con 1,5D de incremento y en las que el color amarillo represente valores de 43 a 44,5 D. En principio, la existencia de clara asimetría en la topografía de ambos ojos debe investigarse a fondo pues puede ser patológico

Figura N° 13. Patrones de Rabinowitz: 1 Redondo, 2 Oval, 3 Irregular, 4 Botón de Camisa Simétrico (BCS), 5 Botón de Camisa Asimétrico (BCA) con incurvamiento inferior, 6 BCA con ejes desviados (en «J»), 7 BCA con incurvamiento superior, 8 incurvamiento inferior («inferior steepening»), 9 incurvamiento superior, 10 BCS con ejes desviados

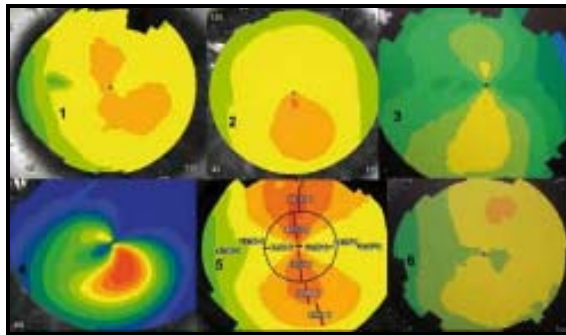


Tomado de

Los patrones sospechosos serían aquellos con asimetría inferior-superior, desviación de los ejes del astigmatismo, así como córneas más curvas de lo normal y con patrones irregulares (Fig. 14). Recientemente se agrega un nuevo

patrón en «D» como forma no detectada hasta ahora de queratocono frustro (Q.F.). Aunque otros autores ya habían apuntado la existencia de un patrón «en riñón», no se consideraba sospechoso.

Figura N° 14. Patrones sospechosos Queratocono Frustro: 1. Boton Camisa Simetrico con desviación de ejes, «j»; 2. Incurvamiento inferior; 3. Boton Camisa Asimetrico; 4. BCA con desviación de ejes; 5. Córnea curva; 6. Patrón en «D».



Tomado de

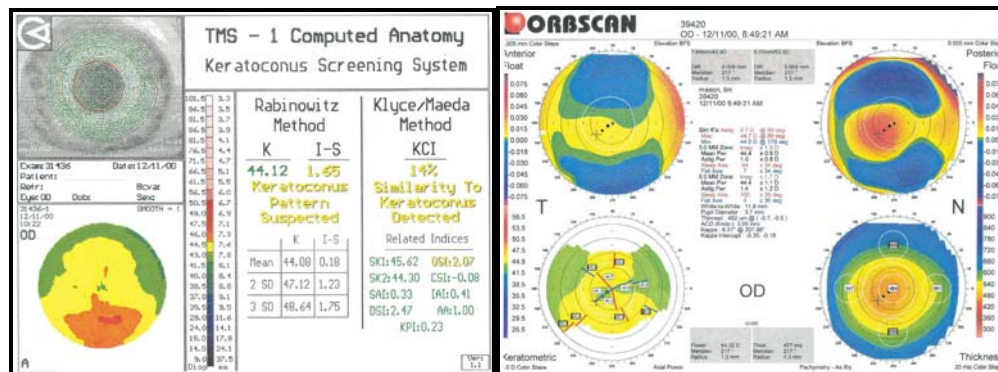
4.1.7.7 Topografía de Elevación Orbscan II. a.El Orbscan II combina un barrido de hendidura como imágenes de Placido, creando una imagen compuesta completamente diferente a otros sistemas de topografía corneal, los cuales analizan imágenes de la superficie corneal anterior.

Una cámara de video de alta resolución captura 40 hendiduras de luz proyectadas en un angulo de 45 grados a través de la cornea; estas 40 imágenes de hendidura se capturan en dos periodos de 0,7 segundos. Durante la captura, típicamente movimientos sacadicos involuntarios mueven el ojo aproximadamente 50 micras. Estos movimientos oculares son medidos a partir de las reflexiones anteriores de la luz de hendidura estacionaria y de otras fuentes luminosas. Los datos de seguimiento del ojo permiten sustraer los movimientos sacádicos de la topografía final. Antes de construir la superficie interpolada, cada corte es registrado de acuerdo con los movimientos del ojo medidos. La distancia de los cortes promedia

250 micras en el momento del barrido ordinario (40 hendiduras de limbo a limbo). Así el examen de Orbscan incluye un grupo de superficies matemáticas topográficas (x, y), para la cornea anterior y posterior, el iris anterior y el cristalino, y coeficientes de dispersión posterior de las capas entre las superficies topográficas captando.

b. En 2002, Rao y col presentan un algoritmo basado en los programas de detección y en los valores de elevación de cara anterior y posterior del Orbscan II. En 60 casos evaluados, determinaron la relación entre topografía corneal Tomey, los índices de topográficos y los parámetros del Orbscan II (Fig. 15). El promedio de elevación anterior en sospechosos de queratocono fue de 0.009 ± 0.007 mm, y el promedio de la elevación posterior en sospechosos de queratocono fue de 0.035 ± 0.015 mm. En el grupo control, respectivamente el promedio de elevación fue 0.005 ± 0.002 mm, y de 0.0021 ± 0.006 mm.

Figura N° 15. Topografías de un mismo ojo, con topógrafo TMS 1 (Tomey) y Orbscan II. En esta imagen se evidencia la elevación posterior de 0.052 mm.



Tomado de

c. El Orbscan II actualmente es el topógrafo preferido por la mayoría de oftalmólogos y resulta especialmente útil para diferenciar córneas más curvas y/o más finas de lo normal, con astigmatismo elevado, irregular y/o asimétrico. Utiliza tecnología «Scanning-slit» y Plácido combinadas. Proporciona datos acerca de la

curvatura y elevación de la cara posterior inaccesible a otros sistemas topográficos. Se sabe que las ectasias corneales y los queratoconos presentan una elevación corneal posterior como manifestación más temprana. Ya existen muchos estudios acerca del uso del Orbscan en queratocono.

d. La información habitualmente es desplegada en el «Quad Map», con los 4 mapas: elevación anterior, elevación posterior, queratométrico y paquimétrico; así como una serie de datos centrales (Fig.16). Los mapas de elevación anterior y posterior nos informan de los valores de elevación de la córnea respecto a la superficie de referencia; el queratométrico se obtiene mediante disco de plácido y sería semejante al obtenido por otros topógrafos de reflexión; y el paquimétrico proporciona información del grosor de toda la córnea.

e. En cuanto a los datos de curvatura anterior y posterior, Orbscan compara la córnea a examinar con una superficie esférica de referencia que sería la más próxima a la forma de dicha córnea. Se la denomina «Best Fit Sfere» anterior y posterior (BFSA/BFSP) y se presenta en radio de curvatura (mm) y potencia dióptrica (dioptrías). (Tabla 4) La cara posterior siempre es más curva que la anterior, manteniendo una relación que se representa con el cociente BFP/BFA o radio anterior/posterior: un cociente $< 1,23$ sería normal. En la parte central existe información acerca de la Sim K y los valores de curvatura, cilindro e irregularidad en el área de 3 y 5 mm, así como datos de diámetro corneal, pupilar, thinnest (punto más delgado), profundidad de cámara anterior (ACD) y ángulo kappa. **¡Error! Marcador no definido.** (Fig 16).

Figura. N° 16 Topografía corneal Orbscan II normal.



Cortesía Consultorio Dr. V galvis

Tabla N° 4. Valores normales de topografía Orbscan II

• Datos de curvatura: • BFSP: < 52 D • Coc.BFSP/ BFSA< 1,23 • Datos de elevación: • MECA < 20 μ • MECP < 40-50 μ • Datos paquimetricos • Thinnest > 470 μ • Dif. PQCentral-Thinnest < 15- 20μ • Dist. Thinnest-centro < 1mm • Indices • Irregularidad a 3 mm < 1,5 • Irregularidad a 5 mm < 2
--

4.1.7.7 Topografía Orbscan en Queratocono. Al valorar una topografía de elevación Orbscan II en un paciente con queratocono, se pueden evaluar puntos individuales como:

Elevación máxima, Curvatura central, paquimetría central, periféricas, y el punto más delgado (Thinnest).

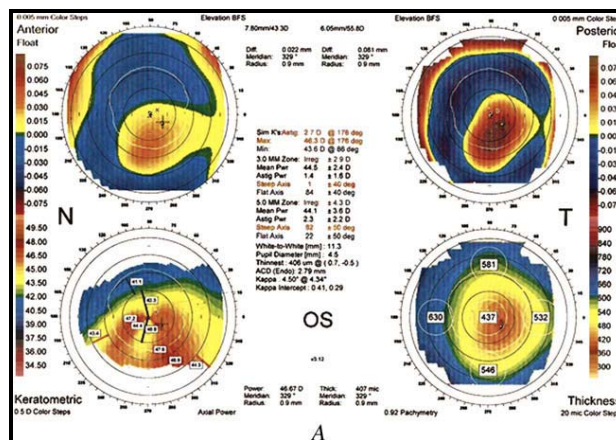
Entre los signos precoces de patología se encuentran la localización, distancia y dispersión de los puntos de referencia al ápex, punto más delgado, centroide de la pupila, línea de visión y ángulo Kappa.

Se pueden evaluar otros índices de comparación como el de elevación: usando el criterio de Roush, donde diferencias de elevación en la cara posterior superior a

100 μm en los 7 mm centrales, tienen más valor que una elevación circunscrita a un área puntual. O el criterio de Efkarpidis: BSF post/ BSF ant (en Dtp) $< 1,21$ normal, y $> 1,21$ considerado como sospechoso de queratocono.

Que buscar en la topografía: (Fig 17) Astigmatismos contra la regla, corbatines asimétricos, queratometrias hasta 48.8 D, Evaluar índices como el criterio de Roush.

Figura N° 17 Topografía Orbscan II en un paciente con queratocono inferotemporal.



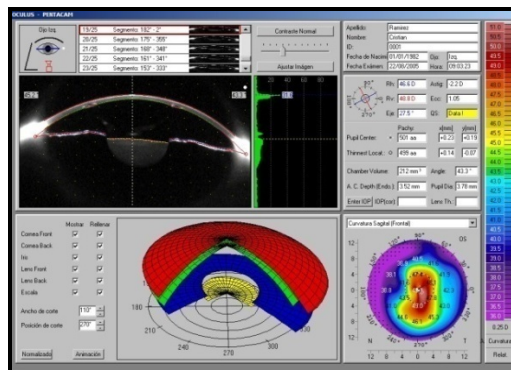
Cortesía Consultorio Dr. V galvis

4.1.7.8 Pentacam. El Pentacam emplea una tecnología nueva basada en una cámara Scheimpflug rotacional. Es a la vez analizador tridimensional de cámara anterior, paquímetro corneal, topógrafo de elevación y analizador de catarata. (Fig 18) Estamos pendientes de estudios comparativos respecto al Orbscan; en un estudio comparativo, la máxima elevación de cara posterior fue menor en Pentacam, desconociéndose si el Pentacam infra estima o el Orbscan sobrestima

Para detección de queratocono, especialmente en su forma frustra, el Pentacam tiene un programa que consta de 2 partes. Por un lado, analiza la superficie anterior corneal y mide curvatura, elevación, análisis de Fourier y de Zernicke y obtiene 8 índices, clasificando la morfología de la córnea y posibilidad de

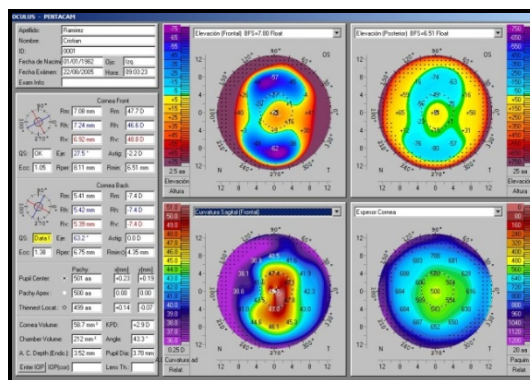
queratocono en 4 grados (adaptada a Amsler y Muckenhirn). (Fig 18). Por otro, realiza un análisis de estabilidad corneal. Se fundamenta en el estudio de los datos paquimétricos corneales estudiando la variación del espesor corneal desde el punto más fino hacia la periferia. Aporta una gráfica y una serie de índices que representan el aumento del espesor corneal desde la zona más fina hasta la periferia en anillos concéntricos. La progresión de los anillos es más homogénea en córneas sanas que en queratoconos, en los que el aumento de grosor hacia periferia es más pronunciado. (Fig 19).

Figura N° 18. Imagen Pentacam en 3D en un paciente con queratocono e implantes Keraring



Cortesía Consultorio Dr. V. Galvis

Figura N° 19 .Imagen Pentacam en un paciente con queratocono.

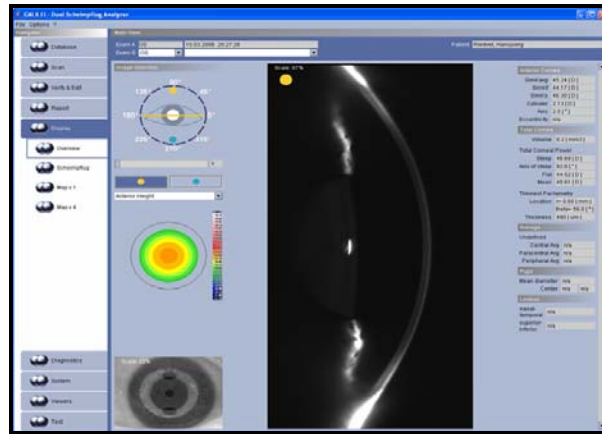


Cortesía Consultorio Dr. V. Galvis

4.1.7.9 Sistema Galilei. El GALILEI sistema dual de análisis (Ziemer Group; Port, Switzerland) es un nuevo equipo para analizar la cornea y el segmento anterior, el cual combina la topografía corneal basada en discos de Placido y las imágenes duales del segmento anterior de Scheimpflug. El sistema integrado explota las ventajas de ambas tecnologías en un solo examen, a lo largo de un eje de referencia común. El principio Scheimpflug ha sido aplicado en la oftalmología para obtener secciones ópticas del segmento anterior entero del ojo, de la superficie anterior de la córnea a la superficie posterior del cristalino. El mayor campo para observar el cristalino es obtenido con la pupila dilatada.

Este tipo de imágenes permite la evaluación de la topografía corneal anterior y posterior, profundidad de la cámara anterior, así como la topografía anterior y posterior del cristalino. (Fig 20). El GALILEI™ Analizador Scheimpflug Dual es un sistema rotatorio, adquiriendo un número definido por el usuario de imágenes cuando la cámara gira alrededor del eje central. Una exploración rotatoria es estable, fácilmente conseguido por un motor solo conducido en el eje, y tiene en cuenta la simetría natural del ojo humano. Las imágenes son segmentadas, y las superficies extraídas del segmento anterior del ojo pueden ser mostradas independientemente o reconstruidas en tres dimensiones. Un análisis en tres dimensiones para evaluar la cámara anterior del ojo, podría permitir planear la colocación de lentes faquicos, así como aplicaciones en densitometría del cristalino.

Figura 20. Imágenes del sistema GALILEI.



Cortesía Consultorio Dr. V galvis

4.1.7.10 Evolución de los Medios Diagnósticos para la Detección del

Queratocono. a. Antes de la existencia de la topografía corneal, el diagnóstico de fase inicial de queratocono se basaba en la existencia de astigmatismo miópico progresivo y sutil disminución de visión aún con gafas, normalmente en adolescentes y jóvenes adultos. La Queratometría, con presencia de radios de curvatura bajos, era el único dato de fácil obtención por el oftalmólogo. De los discos de Plácido (s. XIX) evolucionó el Fotoqueratoscopio, con 9 anillos y una cámara fotográfica, que fue empleado en los años 80 (Corneascopie).

b. En los años 90, y mediante el procesamiento por ordenador de las imágenes del fotoqueratoscopio, surge la Videoqueratoscopia o Topografía corneal. La tecnología basada en Plácido es la base de los topógrafos de reflexión o proyección que miden curvatura corneal. A finales de los 90 aparece en clínica la tecnología Scanning Slit (Orbscan) y recientemente se introduce la tecnología Pscheimpflug con una cámara giratoria (Oculus-Pentacam). Otras Tecnologías que se han empleado para el estudio del queratocono son la Topografía 3-D (Artemis VHF) con ultrasonidos, la Interferometría (Visante OCT), la Microscopía Confocal HRT II, la aberrometría y el ORA-Hysteresis.

c. La aberrometría podría ser más precoz aún que la topografía y abre una nueva línea de investigación. Bühren analiza las aberraciones de alto orden de ojos sin hallazgos clínicos ni topográficos ($I-S < 1,4$) en pacientes que en el ojo adelfo tienen un queratocono incipiente, encontrando diferencias significativas entre los ojos sospechosos y los normales para los coeficientes Z3 -1 y Z5 -1.

d. El «O.R.A .Ocular Response Analyzer», mide la «Hysteresis (CH)» y el «Corneal Resistance Factor (CRF)» propiedades biomecánicas de la córnea. Se está empezando a implantar su uso en clínica. Valores de CRF y CH menores de 8 son considerados anormales e indicativos de córnea «débil» o «blanda», y en casos dudosos puede ser de utilidad

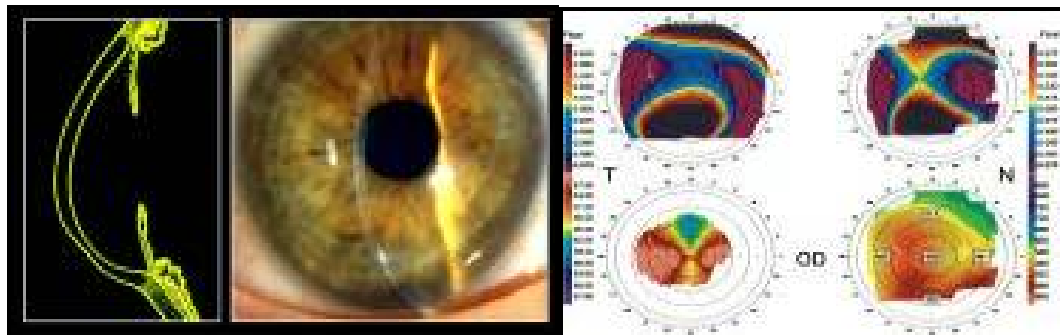
4.1.7.11 Diagnostico Diferencial del Queratocono. Es trascendental distinguir queratocono de otras distrofias ectásicas y desórdenes que produzcan adelgazamiento corneal tal como la Degeneración Marginal Pelúcida, la Degeneración Marginal de Terrien y el Queratoglobos, porque el manejo y el pronóstico de estas patologías difiere marcadamente de la del queratocono. Esta distinción puede realizarse normalmente con una evaluación cuidadosa con biomicroscopia y con topografía corneal para diferenciar estas enfermedades de los casos precoces de queratocono (**Tabla 5**).

a. La **degeneración marginal Pelúcida** se caracteriza por una banda de adelgazamiento en la córnea inferior que se localiza entre las 4 y las 8 horas. Generalmente hay un área no comprometida de 1-2 mm entre el adelgazamiento y el limbo. La protrusión corneal está más marcada sobre esta área de adelgazamiento y la córnea central generalmente es de espesor normal. Como en el queratocono, ésta es una enfermedad progresiva que afecta a ambos ojos y puede ser asimétrica. En casos moderados, se puede diferenciar fácilmente del queratocono a través del examen con lámpara de hendidura por la clásica localización del adelgazamiento. En casos precoces la córnea puede ser normal, y en casos avanzados puede ser difícil distinguirla en un queratocono ya que del

adelgazamiento puede progresar y comprometer toda la parte inferior de la córnea. En ambas circunstancias, la videoqueratografía o topografía corneal es muy útil para hacer esta distinción. (Fig 21). La topografía corneal muestra una apariencia clásica de “mariposa”, demostrando un gran astigmatismo contra la regla, medido por la Queratometría simulada.

La degeneración marginal Pelúcida puede diferenciarse de otras enfermedades corneales que producen adelgazamiento, como la degeneración marginal de Terrien, que en el área de adelgazamiento, casi siempre está epitelializada, clara, avascular y sin depósitos lipídicos.

Figura N° 21. Representación e imagen clínica; Topografía Orbscan clásica de la degeneración marginal pelúcida.



Tomado de www.queratocono.es

A causa de la gran cantidad de astigmatismo contra la regla que tienen los pacientes con degeneración marginal Pelúcida, es mucho más difícil la adaptación de las lentes de contacto que en los pacientes con queratocono. Inicialmente se pueden adaptar en casos leves o moderados lentes de contacto con un gran diámetro esférico o esférico. En pacientes en los que las lentes de contacto no producen una adecuada corrección óptica, o en pacientes con intolerancia a las lentes de contacto, hay que considerar la cirugía.

Los pacientes con degeneración marginal Pelúcida son malos candidatos a la queratoplastia penetrante por dos razones:

1) El adelgazamiento está muy cerca al limbo y extraer la córnea ectásica requiere un gran botón donante que incrementa el riesgo de rechazo corneal.

2) Debido al gran adelgazamiento y a su localización, la queratoplastia penetrante en estos pacientes induce un gran astigmatismo postoperatorio que es de muy difícil manejo debido a la diferencia de grosor entre el donante y el receptor.

b. La **degeneración corneal de Terrien** afecta a un mismo grupo de edad y también produce un gran astigmatismo, sin embargo, éste puede afectar a la córnea superior e inferior y estar acompañado de depósitos de lípidos e invasión vascular. La topografía también es útil para diferenciar estas dos patologías, ya que puede hacer distinción entre los dos patrones topográficos. (Fig 22)

Figura N° 22 Degeneración corneal de Terrien. Fotografías y topografía corneal



Tomadas de www.atlasophthalmology.com

c. El **Queratoglobo** es una enfermedad rara que produce un adelgazamiento de toda la córnea, pero más marcado a nivel del limbo corneal, frente al adelgazamiento localizado central o para central del queratocono. El adelgazamiento puede llegar al 20% del espesor corneal total y la córnea asume una forma globular (Fig 23). En estadíos avanzados del queratocono, toda la

córnea puede adelgazarse también y asumir una forma globular, teniendo en este momento una gran dificultad para distinguir las dos patologías.

Sin embargo, aún en estadíos avanzados del queratocono, hay una pequeña área no comprometida de la córnea superior con un espesor cornea normal. (ver imagen)

Figura N° 23 Queratoglobo.



Tomado de www.onjoph.com

Tabla N° 5. Dignostico Diferencial del queratocono. Tomado del Texto Tratamiento del Astigmatismo irregular y del queratocono. Highlights of Ophthalmology 2004

	Inicio	Evolución	Tipo de Astigmatismo	Examen Lámpara de Hendidura	Paquimetría	Topografía	Adaptación de Lentes Contacto
Queratocono (Fig.1)	Adulto joven	Progresiva	Alto, irregular	Estrías de Vogt, anillo de Fleisher, signo Munson, etc.	Adelgazamiento en el ápex del cono	Elevación periférica (72%) (Fig. 5) o elevación central (28%) (Fig. 6)	Buena en estadios precoces
Queratogloblo (Fig. 2)	Al Nacimiento	No Progresiva	Alto, regular (oblicuo o contra la regla)	Forma globular de la córnea.	Muy delgada (<20% de una cornea normal)	Pajarita (Fig. 7)	Contraindicada
Degeneración Macular Pelucida (Fig. 3)	Adulto joven	Progresión muy lenta	Alto, contra la regla.	Banda periférica de adelgazamiento en córnea inferior.	Adelgazamiento inferior (entre las 4 y 8 horas hasta 1-2mm del limbo	Apariencia clásica de "mariposa" (Fig. 8)	Mala
Degeneración Marginal de Terrien (Fig. 4)	Cualquier momento	Progresiva	Alto.	Adelgazamiento marginal con opacidades, depósitos lipídicos y vasos superficiales	Adelgazamiento periférico (incluso 360°)	Pajarita (Fig. 9)	Mala

4.2 TRATAMIENTO O MANEJO DEL QUERATOCONO

4.2.1 Generalidades. a. El tratamiento del queratocono cambia dependiendo del estadio de progresión de la enfermedad. Las lentes de contacto son una opción inicial para esta enfermedad y es la modalidad de tratamiento elegida por el 90% de los pacientes. En casos muy tempranos, los pacientes pueden estar satisfechos usando gafas para corregir su visión, pero, para la mayoría, a causa de que las gafas no conforman la inusual forma de la córnea y del astigmatismo irregular resultante, la visión se corrige mejor con lentes de contacto.

b. El tipo de lentes de contacto usadas varía dependiendo del estado de la progresión de la enfermedad. En estadios precoces, las lentes de contacto blandas o de diseño tórico son ideales. Conforme la enfermedad progresa, se deben usar lentes de contacto rígidas gas permeables. Se incluyen lentes esféricas multicurvas, lentes esféricas y lentes bi-esféricas. Las lentes de contacto híbridas que incluyen una porción central rígida y una porción periférica hidrofílica son muy populares en este momento para el manejo del queratocono por muchos oftalmólogos.

c. Hay algunos datos que sugieren que el uso de lentes de contacto rígidas inducen queratocono y varios datos anecdóticos que informan que el queratocono se puede detener mediante una muy buena adaptación de lentes de contacto, sin embargo no hay evidencia suficiente que soporte estas apreciaciones.

d. La Queratoplastia penetrante es útil como opción terapéutica para pacientes con queratocono avanzado que no tengan adecuada rehabilitación visual con el uso de lentes de contacto, o posean cicatrices o leucomas centrales. Debido a la naturaleza avascular de la córnea, este procedimiento tiene un porcentaje de éxito del 93-96%, y la claridad del trasplante puede ser tan alta como un 97% a los 4 años. Un paciente con queratocono tiene aproximadamente un 10 a 20% de posibilidad de eventualmente requerir un trasplante corneal en algún momento de su vida **¡Error! Marcador no definido.** Teniendo en cuenta que ambos ojos están comprometidos, esta técnica debe realizarse rápidamente teniendo en cuenta el tiempo mínimo de inactividad al que el paciente está sujeto, ya que la recuperación visual tarda por lo menos 6 meses. Las indicaciones para el trasplante corneal incluyen: fallo de lentes de contacto o intolerancia a su uso, cicatrización central que no obtenga buena agudeza visual con lentes de contacto y pobre agudeza visual a pesar del uso de las lentes de contacto. Las córneas con queratocono casi nunca se perforan hasta estadíos muy avanzados de adelgazamiento y no es necesaria una intervención quirúrgica por este hecho.

e. Los pacientes con estadio avanzado de la enfermedad pueden tener pérdida aguda de la agudeza visual acompañada de dolor. En la lámpara de hendidura, la conjuntiva puede estar con inyección y existir opacidades corneales estromales. Esta condición se llama “hidrops” y está causada por las rupturas a nivel de la membrana de Descemet con imbibición del estroma por el humor acuoso, que pasa por dichas rupturas. El edema puede persistir durante semanas o meses, y normalmente disminuye gradualmente, con disminución del dolor y desaparición del ojo rojo y del edema corneal, quedando con cicatrización central. El hidrops

agudo no es una indicación para queratoplastia penetrante ya que la mayoría de los hidrops resuelven dejando una cicatrización localizada fuera del eje visual. La cicatriz puede aplanar la córnea, haciendo que muchos pacientes toleren más las lentes de contacto con mejoría en la agudeza visual.

Los pacientes con hidrops se tratan inicialmente con cicloplegia, esteroides, o con agentes antiinflamatorios no esteroides, solución salina al 5% y en algunos casos lentes de contacto terapéuticas. Una vez que el hidrops resuelve, el cirujano puede decidir si realiza cirugía o si mantiene el uso de lentes de contacto.

f. Los pacientes candidatos a queratoplastia penetrante deben ser informados de que, a pesar de la alta frecuencia de éxito de la cirugía, existe un 50% de probabilidades de necesitar el uso de lentes de contacto a causa de la miopía residual o a un astigmatismo post-queratoplastia. Para disminuir la cantidad de miopía la mayoría de los oftalmólogos realizan queratoplastia con igual diámetro para la córnea donante que para la receptora, generalmente 7.5 mm, teniendo en cuenta que la incidencia de rechazo es más alta si se utilizan injertos más grandes.

A pesar de los avances tan significativos en las técnicas quirúrgicas, los pacientes con queratocono pueden quedar con gran cantidad de astigmatismo post-queratoplastia incluso después de eliminar todas las suturas. Afortunadamente, usando la topografía como guía y en combinación con incisiones relajantes y suturas de compresión, se puede corregir gran cantidad del astigmatismo post-queratoplastia penetrante.

Las pequeñas cantidades residuales se corrigen muy bien con el uso de lentes de contacto gas permeable. Después de estos procedimientos, es muy bueno dejar al paciente con una pequeña cantidad de astigmatismo con la regla ya que se tolera mejor, permitiendo de esta forma una mejor adaptación a las lentes de contacto.

En los pacientes que no desean llevar gafas ni lentes de contacto después del trasplante de córnea, se podría realizar un Excimer laser y tratar su miopía y astigmatismo post-queratoplastia. Se haría sólo en pacientes al menos 6 meses después, de haber eliminado las suturas y que tengan un cilindro menor de 4D. En aquellos que tengan más de 4D de cilindro, este podría reducirse antes del LASIK, con una combinación de cortes astigmáticos y suturas de contra-tracción. **¡Error! Marcador no definido.**

g. La Keratomileusis in situ asistida por laser LASIK, ha sido usada para tratar el astigmatismo miópico en pacientes con queratocono **¡Error! Marcador no definido.** Los resultados a corto plazo parecían promisorios, pero los estudios de seguimiento a largo plazo revelaron una regresión en los resultados refractivos en algunos casos.

h. La PRK después de un trasplante casi siempre induce cicatrización postoperatoria y por lo tanto, es poco aconsejable.

i. Las complicaciones después de la queratoplastia penetrante son raras y pueden incluir: rechazo, astigmatismo postoperatorio, pupila dilatada fija y recurrencia del queratocono. La frecuencia del rechazo del injerto en el queratocono es baja y puede ser reversible con un tratamiento precoz adecuado. **¡Error! Marcador no definido.**

Se han publicado casos aislados de queratocono que ocurren décadas después de la cirugía del injerto. Estos casos son extremadamente raros y no está claro de dónde procede el queratocono, si es porque recurrió la enfermedad o es porque la córnea donante tenía un queratocono no detectado. A los pacientes se les debe informar de esa posibilidad, a pesar de los pocos casos aislados existentes.

j. Los INTACS, los segmentos de Ferrara y los Keraring son una técnica actualmente estudiada y aprobada en diversos centros a nivel mundial como forma de tratamiento eficaz para el queratocono leve y moderado. Estudios ya a largo plazo demuestran la seguridad y eficacia de esta nueva técnica; los segmentos son perfectamente bien tolerados por el organismo, sin tener riesgo de rechazo, siendo un tratamiento moderno y seguro para el queratocono. **¡Error! Marcador no definido.**

k. La queratectomía fototerapéutica con láser Excimer (PTK) ha sido útil en el manejo de pacientes con queratocono que tenían cicatrices corneales subepiteliales nodulares e intolerancia al uso de lentes de contacto. Esta técnica regulariza la superficie corneal y permite a los pacientes tolerar nuevamente el uso de las lentes de contacto. Sin embargo, a causa de la rápida y progresiva queratolisis, se ha reportado en el octavo día postoperatorio un descematocele central.

Dichas cicatrices nodulares también se podrían retirar en la lámpara de hendidura o bajo el microscopio con la ayuda de un bisturí, con resultados similares pero de menor precisión.

l. Estudios con datos a corto plazo sugieren que el láser Excimer podría ser de utilidad para mejorar los defectos refractivos y retrasar de esta forma la necesidad de una queratoplastia penetrante en pacientes con queratocono avanzado.

Este modo de tratamiento para el queratocono no está aceptado universalmente y debe ser realizado con extrema precaución hasta que no estén disponibles resultados a largo plazo. Desarrollar este procedimiento sobre un área adelgazada irregular podría ser muy peligroso, con complicaciones potenciales e inmediatas que excedan los efectos terapéuticos a largo plazo.

Los ensayos clínicos de la PRK usando un “software” de láser Excimer en pacientes con queratocono leve que muestran la enfermedad estabilizada (por ejemplo, mayores de 45 años), se iniciaran en breve. Esto podría ser de utilidad en casos seleccionados donde el astigmatismo irregular se puede tratar para mejorar los defectos refractivos sin necesidad de adelgazar excesivamente la córnea. **¡Error! Marcador no definido.**

4.2.2 Manejo del queratocono con adaptación de Lentes de Contacto. Los pacientes con queratocono pueden tener una adecuada adaptación a los lentes de contacto hasta en un 80% de los casos y lograr una agudeza visual aceptable con riesgos mínimos de complicación. En estadios iniciales se podría mejorar la agudeza visual incluso con lentes de contacto blandas. Cuando la enfermedad logra niveles avanzados, la deformación corneal se puede tratar con lentes de contacto rígidas gas permeables (GP), lentes softperm (híbridas) o un sistema de piggy-back.

No existe un tipo de lentes de contacto única para el tratamiento de todos los casos de queratocono, y se debe preferir el diseño y material de la lente para considerarlo y adaptarlo de acuerdo al caso. Se usan diferentes tipos de lente en el mismo paciente durante la evolución de su queratocono y sus diferentes estadios. Hay diferentes tipos de lentes, materiales específicos, diseños geométricos y capacidad de adaptación a la superficie corneal. Estas características llevan a una mejor calidad óptica, menor distorsión de la imagen, y mejoría de la agudeza visual en comparación con otros tipos de corrección óptica del queratocono. **¡Error! Marcador no definido.**

La adaptación de lentes de contacto en esta enfermedad es compleja y el objetivo es mantener al paciente con muy buena agudeza visual y muy buena tolerancia a sus lentes a lo largo del tiempo. Las complicaciones con el uso de estas lentes son comunes, incluyendo abrasiones corneales, cicatrices o leucomas apicales,

neo vascularización inducida por la hipoxia y discomfort. La intolerancia también se puede producir especialmente en el síndrome de ojo seco, blefaritis y alergia ocular. **¡Error! Marcador no definido.**

Hay algunos datos que sugieren que el uso de lentes de contacto rígidas induce queratocono y hay datos anecdóticos que informan que el queratocono se puede detener mediante una muy buena adaptación de lentes de contacto, sin embargo no hay evidencia suficiente que soporte estas apreciaciones.

En los casos en los cuales se desarrolla intolerancia y complicaciones corneales por el uso de las lentes de contacto rígidas gas permeable, se pueden considerar alternativas quirúrgicas para el manejo de esta patología.

La queratoplastia penetrante es una opción terapéutica para pacientes con queratocono que no tengan adecuada rehabilitación visual con el uso de lentes de contacto.

4.2.3 Manejo Quirúrgico del Queratocono.

- **Generalidades.** a. El queratocono es una padecimiento que inhabilita la visión y obliga un manejo medico o quirúrgico. El tratamiento del queratocono como ya se ha descrito previamente, depende del estado de progresión de la enfermedad. En los estadios tempranos, las gafas o lentes de contacto son el tratamiento usual de elección, y estos últimos son la modalidad de tratamiento en un 90% de los casos. Incluso en estadios tempranos, sin embargo la extrema dependencia a la corrección óptica para cualquier actividad de la vida diaria de estos pacientes evidencia un efecto adverso en su vida social y personal.

Es posible evidenciar que en casos muy precoces los pacientes están satisfechos usando gafas para su corrección visual, pero, para la mayoría, a causa de que las

gafas no conforman la forma alterada de la cornea y del astigmatismo irregular resultante, la visión se corrige mejor con lentes de contacto.

b. En casos más avanzados, como cuando se presentan con cicatriz o leucoma en la cornea, la mayoría de los cirujanos concuerdan en la queratoplastia penetrante como una alternativa viable de tratamiento. Sin embargo, la intolerancia a los lentes de contacto podría ser la primera indicación para hacer un trasplante de cornea. Varios estudios muestran que los resultados de la queratoplastia penetrante para el queratocono son positivos, pero el postoperatorio inmediato y sus riesgos, el costo de la cirugía, como la necesidad de un seguimiento del cirujano y del paciente, se debe tener en cuenta en esta joven y activa sociedad.

c. Varios otros procedimientos quirúrgicos han sido sugeridos para el tratamiento de pacientes con queratocono quienes son intolerantes al uso del lente de contacto, como la implantación de segmentos intraestromales y más recientemente el entrecruzamiento del colágeno con riboflavina o vitamina B2, inducido por radiación ultravioleta A, denominado Crosslinking. Esta nueva técnica consiste en una fotopolimerización de las fibras del estroma corneal por la acción combinada de la riboflavina y de la luz UV, generando un incremento en la rigidez del colágeno aumentando la estabilidad biomecánica corneal, produciendo un cambio en la forma de la cornea, aplanación de la misma y disminución de los valores queratométricos con una mejoría en la agudeza visual. A pesar de sus promisorios resultados se requieren más estudios para evaluar los resultados a largo plazo y sus posibles efectos secundarios.

d. Entre los más destacados están la Queratotomía radial, Queratotomía asimétrica, queratectomía foto-refractiva, y el Lasik. Sin embargo a pesar de mejoramiento en el equivalente esférico post operatorio y la agudeza visual sin corrección (AVSC) con estas técnicas, se produce un empeoramiento de la

ectasia y de el astigmatismo corneal incluso, con la necesidad de desarrollar más tarde una Queratoplastia Penetrante. Esta causa conduce a la mayoría de investigadores a no considerar el empleo de estas técnicas quirúrgicas para el manejo del queratocono y de otras ectasias o alteraciones del espesor corneal.

e. Finalmente la epiqueratoplastia es un ejemplo del reforzamiento corneal que puede resultar en un largo periodo, con una reducción del astigmatismo y mejorar la agudeza visual sin corrección (AVSC), y la agudeza visual con corrección (AVCC), en ojos con queratocono, pero la calidad de la visión es inferior a la de una Queratoplastia Penetrante.

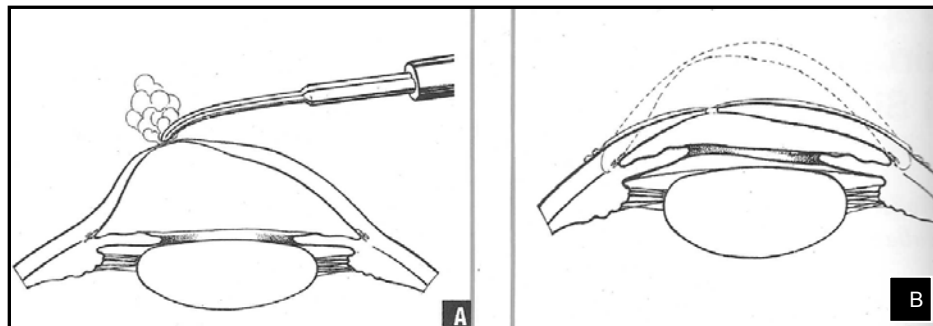
4.2.3.1 Aspectos históricos del Tratamiento Quirúrgico en el Siglo XX. A comienzos del siglo XX, el manejo quirúrgico del queratocono desato muchas controversias, debido a sus efectos y a sus posibles complicaciones. Todos estos procedimientos históricos de la cirugía refractiva corneal, han influido a que esta sub-especialidad de la oftalmología, esté produciendo múltiples desarrollos y nuevas alternativas para la corrección quirúrgica en esta enfermedad.

- **Termoqueratoplastia para el Queratocono.** La aplicación de calor sobre el ápex corneal fue un procedimiento muy popular en el siglo pasado. Sin embargo hubo divergencias en relación a la longitud, a la frecuencia y a la temperatura que se debía aplicar para obtener buenos resultados.

a. Cauterización con Perforación. Desde 1890 hasta 1919 se aplico un cauterio incandescente en el ápex hasta que la cornea se perforara y empezara a presentar salida del humor acuoso a través de la perforación a la cámara anterior. (Fig 24). No solamente aplanaba la cornea sino que también producía un leucoma con tejido cicatrizal de efecto duradero. El resultado de estos tratamientos inicialmente exitosos, se convirtió mas adelante en densas cicatrices centrales que requirieron iridectomías ópticas periféricas para mejorar la visión. El cierre

espontáneo de la herida y la restauración de la cámara anterior con frecuencia tardaba varias semanas, requiriendo parche bilateral y con un marcado dolor para el paciente. Esta perforación deliberada, condujo en algunos casos a complicaciones devastadoras como la ptisis bulbi. Por eso se introdujo la combinación de la cauterización perforante con un flap conjuntival subsecuente, la cual mejoro la restauración de la cámara anterior a una semana, y no a tres como pasaba antes de este.

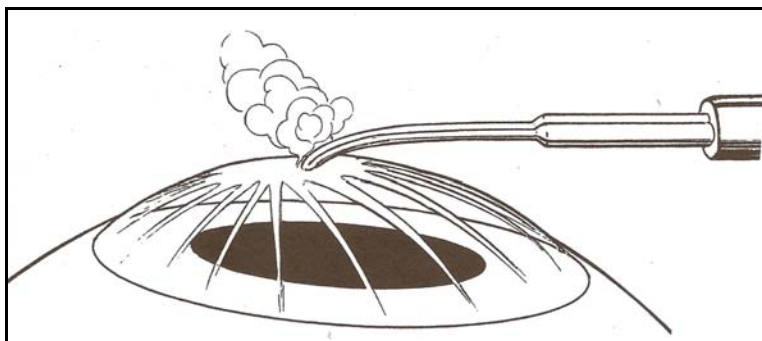
Figura N° 24 Cauterización con perforación (descrita por Parisotti y citado por Golovine) **A)** el cauterio de galvano se aplica al apex del cono al rojo vivo, manteniéndolo hasta que aparece salida de humor acuoso. **B)** la cámara anterior se colapsa una vez el cono ha sido perforado. Tomado del Texto Tratamiento del Astigmatismo irregular y del queratocono. Highlights of Ophthalmology 2004



b. Cauterización de Contacto no Perforante. El método de Critchett es el mejor ejemplo, el cual aplicaba cauterio galvánico a baja intensidad calórica para contraer la cornea sin perforación. Se aplica una pequeña cauterización a temperatura muy alta en el ápex de la córnea” creando una pequeña copa en el centro de la depresión” (Fig 25); de acuerdo a este autor, la recuperación fue rápida y mucho menos dolorosa que el método perforante. Presento 16 casos con éxito, con leucomas pequeños o poco significativos, de los cuales no se tuvo seguimiento superior a un año, por lo que la estabilidad de la refracción alcanzada se desconoce. Una modificación del método no perforante fue realizar pinchazos repetidos con el filo de un queratótomo en la cornea, pero finalmente no tuvo éxito,

como tampoco la perforación hecha por el bisturí de Graefe. **¡Error! Marcador no definido.** En casos de queratocono sin miopía avanzada este investigador deliberadamente quemó una longitud de 2.5 mm en ángulo recto para corregir el cilindro positivo e involucra cerca de 1.5 mm del cono. De esta forma su tratamiento puede ser considerado como un intento para usar la queratoplastia térmica para corregir el astigmatismo.

Figura. N° 25 Operación de Critchett. Después de reducir el cono por cauterización por galvano a baja temperatura, se aplica un cauterio mas pequeño a temperatura alta directamente en el apex corneal, “creando una copa en el centro de la depresión ya creada”.



Tomado del Texto Tratamiento del Astigmatismo irregular y del queratocono. Highlights of Ophthalmology 2004

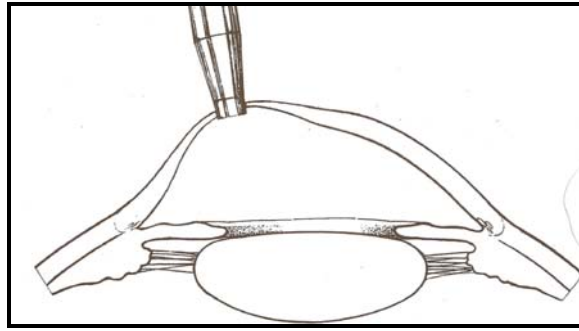
c. Cauterización sin Contacto con la Cornea. El método de no contacto fue en procedimiento llevado a cabo por Gibbons. En un caso de una miopía de 36 dioptrías con astigmatismo irregular asociado, aplicó cauterización bilateral apical a 3 mm, cerca pero no sobre la superficie de la cornea, en forma de círculo hasta que la cornea se aplanó. Después de una iridectomía óptica adicional el paciente logra una AVCC de 20/30 con – 5.00 dioptrías de cilindro. La duración del efecto se desconoce.

- **Técnica excisional.** Von Grefe realizó una técnica combinada en la cual se escindía el ápex del cono sin entrar en la cámara anterior; esencialmente una queratectomía lamelar. **¡Error! Marcador no definido.** Se aplicaba nitrato de plata en la superficie del corte para promover el aplanamiento corneal por contracción cicatrizal. Como era difícil limitar el área de la quemadura química, los resultados fueron cicatrices demasiado grandes que requirieron iridectomías ópticas que no consiguieron resultados razonables.

La disección lamelar del ápex cónico con un trepano diseñado especialmente con un obturador interno se introdujo al final del siglo. A pesar de esta gran idea, la cornea regreso a su condición previa y desde la perspectiva actual vemos que este método promovía una ectasia progresiva.

En la universidad de Viena en 1909, se realizo una técnica de excisión de espesor total de 1.5 a 2mm de en la córnea apical y luego la “aplicación de un vendaje sin algodón” (ver figura). La cámara anterior se recupero al mes de la cirugía. Técnicas similares incluyeron adicionalmente el cierre con suturas. **¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 26 Excisión del apex con un trepano de 2 mm, que resultaba en un colapso de la cámara anterior, como se muestra en la figura 1. (Descrito por Newolina)



Tomado del Texto Tratamiento del Astigmatismo irregular y del queratocono. Highlights of Ophthalmology 2004

- **Técnica incisional.** En el año 1922 un medico ingles, el doctor C Killick en desacuerdo con el método Excisional y el cauterio de galvano amparo una nueva técnica, la realización de una incisión crucial de 6 mm a través del ápex del cono acompañado de dos incisiones laterales de 3 mm de largo en cualquier lado de la primera y en ángulo recto a esta. De acuerdo con el autor la cicatrización de la herida ocurría a los 4 días, produciendo cierto aplanamiento. Reservó estas cirugías para casos muy avanzados.
- **Procedimientos combinados.** Nuestros antecesores también pretendieron hacer procedimientos combinados. Un ejemplo de ello es una comunicación de 1913 de Alemania en la cual se hicieron 3 procedimientos en 11 ojos. El primero fue la cauterización con galvano del cono extendiéndose hasta el limbo superior para aplanar la cornea y promover vascularización corneal desde el limbo. **¡Error! Marcador no definido.** Tres días después, el cirujano realizo una debridación y separo la cornea a lo largo de la mitad de la línea quemada desde el centro al limbo. El meridiano central se recubrió con un flap conjuntival de ‘Kuhnt’. El autor pretendía producir una pequeña cicatriz central que no interfiriera más que la opacidad del propio queratocono fue necesario en algunos casos realizar una iridectomía óptica. No está disponible el seguimiento de estos pacientes en el tiempo.

De esta forma a principios del siglo XX, los procedimientos incisionales y excisionales se dejaron a favor de la cauterización o se incorporaron a procedimientos combinados, como por ejemplo el método térmico/incisional. Luego, tras varias décadas del manejo del queratocono con tratamientos térmicos también se abandono debido a su poca predictibilidad. **¡Error! Marcador no definido.**

- **Técnicas más Modernas para el tratamiento el queratocono.** a. A mediados de los años 70, Gasset reintrodujo y modifico la queratoplastia térmica y Kaufman afirmaba que menos del 5% requerían queratoplastia penetrante adicional. Sin embargo otros autores publicaron éxitos más bajos y alta incidencia de morbilidad después de la queratoplastia térmica. Las investigaciones permitieron producir láseres térmicos más modernos tales como el laser holmium: YAG de no contacto, o mas recientemente el láser diodo de onda continua. Estas técnicas modernas preceden de la queratoplastia térmica donde inversamente se aplana la periferia y se incurva la cornea central por la aplicación de energía térmica que se está empleando para el tratamiento de la hipermetropía; el inconveniente es su alta frecuencia de regresión

b. Otra técnica a tener en cuenta esta entre la disección lamelar del ápex corneal del cono y la técnica moderna de la queratoplastia lamelar profunda y epikeratoplastia. Los procedimientos lamelares modernos pueden restaurar la AV a 20/30 y proveer una estabilidad de buen resultado a largo plazo. Considerando su bajo riesgo de rechazo, estas técnicas son una buena alternativa cuando no se dispone de un tejido corneal estándar y cuando la habilidad quirúrgica es apropiada.

c. La técnica incisional de Brewerton precedió por décadas a la queratotomía antero-posterior de Sato para el queratocono. A pesar de que el tratamiento de Sato para el queratocono fue abandonado finalmente, su trabajo para la corrección

del astigmatismo aportó nuevas ideas para el desarrollo de la queratotomía astigmática que todavía se usa hoy en día.

d. Son varias las alternativas que se han sugerido, incluyendo la cauterización del ápex, epiqueratofaquia, queratotomía sectorial, PRK, LASIK, queratoplastia lamelar, y la más usada por muchos cirujanos para rehabilitar la Agudeza Visual, la Queratoplastia Penetrante.

e. Recientemente el uso de anillos Intracorneales INTACS®, Segmentos de Ferrara® y/o Keraring® también se han usado para la corrección del queratocono con muy buenos resultados visuales posterior a su implantación. **¡Error! Marcador no definido.**

4.2.3.2 Queratoplastia para el Tratamiento del Queratocono.

- **Queratoplastia lamelar.** La queratoplastia lamelar puede ser usada para lograr disminuir la incidencia de algunas de las complicaciones de la queratoplastia penetrante la disección lamelar es desarrollada tan cercano como sea posible a la membrana de Descemet. El botón donante rehidratado es suturado en su lugar con puntos interrumpidos de monofilamento. En estos dos estudios de queratoplastia lamelar 76% de los pacientes lograron una AVCC, de 20/40 o mejor; 27%, de 20/20 o mejor. El promedio postoperatorio del cilindro fue de 3.85 D; 20% de los ojos tuvieron ruptura intraoperatoria de la membrana de Descemet, 11% tuvieron una doble cámara anterior, y 5% tuvieron defectos epiteliales persistentes. Ningún ojo desarrolló un rechazo del injerto.

La técnica quirúrgica es más difícil de desarrollar que la queratoplastia penetrante, con el riesgo de perforación de la Descemet. Las ventajas sobre la queratoplastia penetrante incluyen preservación del endotelio, minimización del

riesgo de rechazo, más rápida curación de la herida quirúrgica, y cortos periodos de regímenes de tratamientos con esteroides.

La queratoplastia lamelar anterior profunda DALK (deep anterior lamellar keratoplasty), es un procedimiento alternativo a la queratoplastia penetrante para patologías que no afectan el endotelio y la membrana de Descemet. Las ventajas de la DALK sobre la queratoplastia penetrante incluye la eliminación del rechazo endotelial, reducción de la falla del injerto, preservación de la integridad del globo ocular en caso de trauma, rehabilitación visual más rápida, y larga sobrevida del injerto. Sin embargo, la DALK es una técnica que consume tiempo quirúrgico y demanda exigencia técnica; comparadas con la disección manual, la inyección de aire o viscolelasticos dentro de la profundidad del estroma en la DALK hace separar la membrana de Descemet del estroma mucho más fácil y uniforme reduciendo las complicaciones encontradas con la técnica convencional como la opacidad en la interface.

En un estudio publicado recientemente, 104 ojos de 99 pacientes con queratocono moderado y avanzado fueron intervenidos con DALK. Todos estos pacientes eran intolerantes a los lentes de contacto o tenían mala agudeza visual con corrección. Se les realizo el procedimiento usando la técnica de la gran burbuja; la cornea donante carente de la membrana de Descemet fue suturada a la cornea receptora. El tiempo de seguimiento fue de 23 meses (9 a 42); el promedio de AVCC incrementó de 1.23 ± 0.4 logMAR a 0.26 ± 0.2 logMAR al final del seguimiento ($P < 0.001$); el promedio de equivalente esférico EE, el astigmatismo refractivo y queratométrico fueron de -3.41 ± 3.1 D, 3.07 ± 2.4 D, y 3.64 ± 2.2 D, respectivamente. Entre las complicaciones se incluyen queratitis filamentosa (19.2%), rechazo de origen no endotelial (14.4%), y absceso de las suturas (10.6%).

- **Queratoplastia Penetrante.** a. La Queratoplastia penetrante es un tratamiento usual para el queratocono en pacientes con intolerancia o falla al uso de lentes de contacto o con cicatrices en el ápex corneal. ¡Error! Marcador no definido. Rabinowitz ¡Error! Marcador no definido. reporta un 10 a 20% del tiempo de vida en necesitar un trasplante de cornea. Kirkness y colaboradores reportaron que incluso aunque exista una cicatriz en el ápex corneal, una queratoplastia penetrante es una indicación común. Pero como se menciono ya, la intolerancia al uso de Lentes de Contacto es la primera indicación de esta cirugía. ¡Error! Marcador no definido.

b. Buzar y Fundingsland, ¡Error! Marcador no definido. sugieren que la queratoplastia penetrante debe ser considerada como una primera opción viable en el tratamiento de los pacientes con queratocono, en quienes su mejor agudeza visual (AV) corregida es mejor o igual a 20/40. La queratoplastia penetrante provee unos buenos resultados visuales en la mayoría de los casos. En el postoperatorio la mejor Agudeza Visual Corregida (AVCC) es usualmente 20/40 o mejor hasta en un 86% de los casos

c. En pacientes normales, las complicaciones son raras. La probabilidades de rechazo del injerto son tradicionalmente bajas en pacientes operados de queratocono, entre 7.8% a 31%. Grandes valores de astigmatismo post queratoplastia podrían permanecer incluso después de que todas las suturas se han retirado y una dilatación pupilar fija podría ocurrir en algunos casos. ¡Error! Marcador no definido.

d. En algunos estudios se encuentra relación entre la presencia de PIO elevada en pacientes con rechazo del injerto; el 54% de los pacientes tuvo astigmatismo postoperatorio >5.00 D, que determinó una baja de AV <0.67 en el 15.6% solamente. El 91% de los casos tuvo AVCC de 0.50 ó mejor. La queratoplastia penetrante es una opción terapéutica exitosa en casos de intolerancia a lentes de

contacto o cuya visión no pueda ser corregida mediante otros medios, sin embargo existe una asociación entre la presencia de rechazo corneal y el desarrollo de glaucoma y cataratas, debido a la necesidad de usar esteroides para el control de estos episodios, algunas veces por largos periodos y probablemente también por trauma quirúrgico

e. Los resultados en queratoplastia penetrante para pacientes con queratocono son positivos; la mayoría de pacientes requieren una corrección óptica para una mejoría funcional de la Agudeza Visual (AV). Un defecto miópico se observa a menudo después del trasplante. En la serie de Brierly y coautores **¡Error! Marcador no definido.** el promedio de equivalente esférico (E.E.) a un año fue de -4.13 dioptrías ± 4.41 , mientras el promedio del cilindro fue de 2.52 ± 2.45 Dioptrías; 17.9% de los ojos que tuvieron al menos un rechazo del trasplante, y a pesar de que se revirtieron estos episodios de rechazo, no presentaron una influencia significativa en su visión del 20/40.

f. Después del trasplante de cornea, la recuperación es a menudo lenta, y está demostrado una pérdida endotelial de forma constante inclusive después de 10 a 15 años de la cirugía con conteos de células endoteliales tan bajos como 695 ± 113.6 cells/mm² (rangos entre 544 a 971 cells/mm²) Algunos estudios reportan que el queratocono podría reaparecer nuevamente entre 15 a 20 años más adelante, posterior a la queratoplastia penetrante.

g. La preservación del endotelio corneal normal en jóvenes pacientes con queratocono es una cuestión interesante, incluso cuando el procedimiento de queratoplastia es más difícil de desarrollar. La queratoplastia Lamelar profunda puede ser usada para tratar de disminuir la incidencia de algunas complicaciones de la queratoplastia penetrante. . La técnica consiste en inyectar aire dentro del estroma corneal, expandiendo el normal espesor de 2 a 3 pliegues. Luego se desarrolla una disección lamelar tan cerca como sea posible a la membrana de

Descemet. El rehidratado botón donante es suturado en su lugar con suturas de mono-filamento interrumpidas. En estudios usando laser de excimer para la queratoplastia lamelar se logro un 76% de Agudeza Visual con correccion de 20/40 o mejor y un 27% de 20/20 o mejor.

El promedio postoperatorio del cilindro fue de 3.85 D; 20% de los ojos tuvieron ruptura intra operatoria de la membrana de Descemet, 11% tuvieron una doble cámara anterior, y 5% tuvieron un defecto epitelial persistente. Ninguno de estos ojos desarrollo rechazo. La técnica quirúrgica es mas difícil que en la Queratoplastia Penetrante (QP), por el riesgo de perforación de la Descemet. Los avances frente a la QP incluyen preservación del endotelio del huésped, no rechazo del trasplante, más rápida curación de la herida, y un corto régimen de corticoides tópicos.

h. En pacientes con retardo mental, especialmente en aquellos que padecen Síndrome de Down, los cuales tienen una alta frecuencia de queratocono, el riesgo de serias complicaciones después una Q.P., se aumenta debido a la pobre o poca colaboración, el rascado o frotamiento de los ojos, y en algunas ocasiones el trauma auto inflingido. En estudios retrospectivos donde se compara los resultados de la Q.P., la epiqueratofaquia, y la queratoplastia lamelar, dan como resultado que el procedimiento de transplante recomendado y de elección es la epi-queratofaquia en la mayoría de pacientes; sin embargo en casos no complicados, la QP podría ser desarrollada con mejores resultados visuales.

i. En los estadios iniciales de la enfermedad, las gafas o los lentes de contacto son las más usuales modalidades de tratamiento. En casos mas avanzados, cuando existe en la cornea un astigmatismo irregular severo y opacidades estromales, los lentes de contacto podrían no lograr una marcada mejoría en la agudeza visual, y es en estos casos cuando la queratoplastia penetrante podría ser requerida para restaurar la agudeza visual.

4.2.3.3 Procedimientos incisionales. Anteriormente del desarrollo de la cirugía con Excimer láser, incisiones radiales y astigmáticas fueron usadas para mejorar la forma de la cornea con queratocono. La eficacia no fue predecible, y estos procedimientos indujeron excesiva inestabilidad y fragilidad en la cornea. Algunos casos requirieron más tarde Queratoplastia Penetrante, y complicaciones adicionales ocurrieron con la apertura de estas incisiones.

4.2.3.4 Procedimientos Ablativos.

- **Ablación Corneal con Excimer Láser.** Primero la Fotoablación con el excimer láser ha sido usada en el queratocono como una queratectomía terapéutica superficial para el tratamiento de pacientes con intolerancia a los lentes de contacto causadas por un leucoma o nubécula, ; y segundo como un procedimiento refractivo de aplanamiento del cono y reducción del alto astigmatismo permitiendo a los pacientes conservar una visión útil y un manejo de sus actividades diarias con o sin gafas o lentes de contacto, posponiendo la necesidad de una queratoplastia.
- **Queratectomía Fototerapéutica. PTK.** La PTK puede ser usada de forma segura en el tratamiento de opacidades superficiales y cicatrices nodulares subepiteliales en pacientes con intolerancia a los lentes de contacto; en algunos casos la remoción de esta cicatriz podría permitir a estos pacientes una adecuada tolerancia a los lentes de Contacto sin embargo, un caso de queratolisis progresiva conduciendo a un descematocele a la semana postoperatoria esta reportado en un paciente sano. ¡Error! Marcador no definido.
- **Sospechoso de queratocono.** Algunos recientes y pequeños estudios muestran que los resultados refractivos en sospechosos de queratocono son similares a aquellos en sujetos con topografía corneal normal. No obstante otros agregan que extensas investigaciones son necesarias antes de decidir si los

- **PRK para Queratocono Leve y Moderado.** Varios estudios usando diferentes procedimientos quirúrgicos reportan los resultados de la queratectomía fotorefractiva PRK para el queratocono. No se encontró un incremento del riesgo asociado con PRK, la cual puede mejorar la visión y la habilidad de usar lentes de contacto, sin embargo, a largo plazo los resultados podrían ser alterados por la progresión del adelgazamiento corneal y la consecuente ectasia. La selección de los pacientes debe ser muy cuidadosa; los ojos con queratocono avanzado, significan gran adelgazamiento y cicatrización, con mayor probabilidad de una progresión del incurvamiento corneal y resultados muy pobres.

- **Keratomileusis in Situ Asistida por Laser LASIK.** El excesivo adelgazamiento del estroma sumado o unido a la presión intraocular puede causar queratectasia progresiva manifestada meses después del procedimiento de LASIK. La biomecánica de la cornea es obviamente debilitada después de este procedimiento refractivo. La comparación entre corneas normales y corneas con queratocono teniendo en cuenta las medidas de estrés y tensión dada la reducción del estroma normal en aproximadamente un 50%, y produce que estos valores sean comparables con los ojos que tienen Queratocono. ¡Error! Marcador no definido.

Existen los reportes de queratectásia iatrogénica después del LASIK cuando los valores de estroma en su espesor base son menores de 250 micras o en los casos de forma frustra de queratocono. Un caso de queratocono severo bilateral después del Lasik en una forma frustra ha sido reportado, en el cual los espesores base del estroma estaban calculados en 261 y 249 miras para ojo derecho e izquierdo respectivamente.

Casos de ectasia también han ocurrido cuando más de 250 micras permanecen como espesor base de estroma corneal, sugiriendo que el fenómeno podría ser dependiente del tejido. **¡Error! Marcador no definido.** El LASIK ha sido usado para tratar el astigmatismo miópico en pacientes con queratocono, **¡Error! Marcador no definido.** Los reportes iniciales mostraban ser promisorios, pero largos periodos de seguimiento revelaron la regresión del resultado refractivo en algunos casos. Por otra parte, a pesar de la mejoría en el Equivalente Esférico -E.E.-, y la Agudeza Visual sin Corrección (AVSC) postoperatoria en la mayoría de los casos, el riesgo de pérdida de la mejor Agudeza Visual con Corrección (AVCC) y la necesidad de realizar una Queratoplastia Penetrante en algunos casos, conduce a lo mayoría de los autores a **no** considerar el LASIK como una solución primaria para el queratocono.

4.2.3.5 Procedimientos Aditivos. Para el tratamiento de queratocono es más lógico el reforzamiento de la cornea usando tecnología aditiva que debilitar la estructura corneal usando técnicas de ablación o procedimientos incisionales.

- **La Epiqueratoplastia o epiqueratofaquia.** La Epiqueratoplastia plana consiste en aplanamiento de la cornea ectásica dando un soporte al domo corneal que sobresale adicionando tejido de un donante. **¡Error! Marcador no definido.**

La epiqueratofaquia en vivo ha sido usada por Krumeich y coautores para el tratamiento del queratocono leve y moderado. La progresión del queratocono puede ser disminuida, y si fracasa, el procedimiento es reversible y no intereferiría con una queratoplastia.

Wagoner y col compararon los resultados en 443 ojos tratados con Queratoplastia Penetrante y 161 ojos tratados con Epiqueratoplastia con un mínimo de 24 meses de seguimiento. El promedio de agudeza visual al final del examen fue de 20/40

para los tratados con Queratoplastia y de 20/50 para epiqueratoplastia. Aunque la Queratoplastia penetrante fue estadísticamente superior en estos resultados visuales, los logros con la epiqueratofaquia fueron adecuados y se recomienda su uso como alternativa quirúrgica en casos en los cuales no se decide realizar o desarrollar un trasplante de cornea, como para pacientes con Síndrome de Down. La Epiqueratofaquia es un ejemplo de reforzamiento corneal en un largo periodo, con una reducción del astigmatismo, y mejoría de ambas, agudeza visual sin corrección AVSC, y la agudeza visual con corrección AVCC, en ojos con queratocono. Sus mayores desventajas son el gran periodo de curación y de estabilización, acompañado de una calidad de visión inferior comparado con la Queratoplastia Penetrante.

- **Lentes Intraoculares Fáquicos.** Los lentes fáquicos refractivos se han hecho cada vez más populares debido a la fácil implantación y previsibilidad de los resultados visuales. La miopía es a menudo asociada con queratocono, y estos pacientes a menudo piden esta cirugía refractiva. En estos ojos, los cuales presentan una topografía corneal que sugiere un queratocono frustrado, la implantación de lentes fáquicos se puede considerar para evitar una fragilidad corneal postoperatoria. Además la indicación es fácilmente considerada cuando la profundidad de la cámara anterior es superior a 3.0 mm **¡Error! Marcador no definido.**

En pacientes con queratocono e intolerancia a los lentes de contacto y corneas claras, los INTACS han demostrado resultados refractivos satisfactorios. . Segmentos asimétricos son considerados en queratoconos asimétricos; a pesar de esto, con altas ametropías, ésta cirugía puede no ser suficiente para satisfacer al paciente, y su refracción manifiesta no permiten al paciente el uso de gafas o tolerar los lentes de contacto. Los lentes de contacto pueden usarse sobre los segmentos intraestromales con buenos resultados, sin embargo algunos pacientes pueden no tolerarlos o no están dispuestos a utilizarlos. En estos

casos, opciones quirúrgicas como el implante de lentes fáquicos tóricos en corneas claras son una buena alternativa para la corrección de los errores astigmáticos y esféricos

Se han reportado casos de pacientes a quienes se les implanto INTACS para estabilizar el queratocono, antes del implante de lentes fáquicos encontrando resultados visuales muy satisfactorios, con miopía y astigmatismo residual mínimo.

Estudios controlados y randomizados, con seguimiento a largo plazo deberían realizarse para determinar el tipo de lentes fáquicos, su seguridad, predictibilidad y estabilidad de esta combinación quirúrgica.

4.2.3.6 Anillos o Segmentos Intracorneales para el Queratocono. Este procedimiento hace parte de las intervenciones aditivas para el manejo del queratocono; los segmentos o anillos intraestromales, fueron inicialmente usados para la corrección de la baja miopía. Ellos actúan como elementos de espaciado pasivos que acortan la longitud de arco de la superficie corneal anterior y por lo tanto aplanan la córnea central. El efecto biomecánico de los anillos debería ser mayor en ojos con córneas delgadas debido a la estructura débil del tejido corneal queratoconico.

- **Historia de los Segmentos Intraestromales.** a. Ya en 1949 J. Barraquer analizaba las posibilidades de implantes de segmentos intracorneales sintéticos para la corrección de ametropías

Como se ha mencionado, varios son los procedimientos quirúrgicos que se han sugerido como alternativas de tratamiento a la queratoplastia penetrante para el queratocono, muchas de ellas con resultados desalentadores.

b. A mediados de 1960, Barraquer sugirió el uso de implantes intraestromales en la periferia media de la cornea para corregir la miopía y el astigmatismo. También fue el primero en utilizar implantes intracorneanos en animales utilizando diversos materiales, con diámetros y curvaturas variables, observando como principales complicaciones extrusiones frecuentes y alteraciones de la región anterior del implante.

c. Inicialmente utilizados para la corrección de miopías leves a moderadas, los anillos intra estromales presentaban una mayor previsibilidad de los resultados y un mayor control de la reacción cicatrizal debido a la biocompatibilidad de los materiales utilizados. En la actualidad se usa el poli metil metacrilato (PMMA), que ha mostrado su biocompatibilidad, y baja tasa de rechazo para los implantes en muchos estudios.

d. Los implantes intracorneanos han sido utilizados siguiendo las leyes de espesores de Barraquer: “toda vez que un tejido es adicionado a la periferia de la cornea, se obtiene un correspondiente aplanamiento y al revés, si se añade tejido al centro de la córnea o se sustrae tejido en la periferia se obtiene un aumento de curvatura de la córnea” **¡Error! Marcador no definido.**

En 1966, Blavatskaya usa en conejos anillos de tejido corneal de 7mm x 4mm de largo para corregir altas miopías. Verifica que la corrección obtenida con el anillo es directamente proporcional a su espesor e inversamente proporcional a su diámetro. Menor el diámetro, mayor el espesor, mayor la corrección.

Los postulados de Blavatskaya y Barraquer ponen de manifiesto que la corrección obtenida con los implantes de segmentos de anillos intraestromales es directamente proporcional a su espesor e inversamente proporcional a su diámetro, por lo tanto a mayor espesor mayor será la corrección que obtengamos y, a menor diámetro de los segmentos mayor corrección

e. El concepto original del anillo intracorneal data de 1978, cuando Reynolds, estudiando los efectos de la topografía corneal sobre la agudeza visual, concibe la idea de colocar un anillo en la periferia de la córnea para alterar su curvatura anterior. En 1986 se inicia por Mediphacos y el Dr. Paulo Ferrara la investigación de los implantes de segmentos de Anillos intracorneales en animales (actualmente conocidos bajo dos nombres comerciales diferentes: Keraring y Anillos de Ferrara) cuyo objetivo inicial iba dirigido a la corrección de miopías moderadas y elevadas. La preocupación inicial era fundamentalmente el constatar la tolerancia de la córnea a estos segmentos.

En 1985 se hacen estudios en animales y en 1988 estudios pre-clínicos controlados. En 1991 se inician los estudios en Brasil y E.U.A. en ojos no funcionales y se observa la reversibilidad topográfica al retirar los anillos.

f. En 1986, fue desarrollado el anillo intraestromal (ACI) del portugués (Anel Corneano intraestromal) llamado Anillo de Ferrara, que fue utilizado por primera vez en 1991, en un paciente ambliope, también siendo indicado por el autor más tarde para el queratocono, astigmatismo irregular post trasplante de cornea, y para miopía hasta 15 dioptrías. **¡Error! Marcador no definido.**

g. Los segmentos de anillos intracorneales (ICRS del inglés Intracorneal ring segments), para la corrección de la miopía, menor de 3 dioptrías, fue recientemente aprobado por la FDA, (U.S. Food and Drug Administration) en 1999 y en Europa en octubre de 2002 .

h. En 1995, Ferrara, desarrollo una mejor técnica al construir un túnel en el estroma corneal para el implante de los anillos. Además que reemplazó un único anillo con dos segmentos con 160 grados de arco, mejorando los resultados para altas miopías, y también inició el implante de segmentos en córneas con queratocono y después de Queratoplastia Penetrante.

En 1996 es cuando se implantan estos segmentos de anillos en pacientes con queratoconos, intolerancia a lentes de contacto y con indicación de queratoplastia.

i. Los anillos intraestromales INTACS fueron inventados por Reynolds en 1970, pero no fue hasta mediados de 1990 cuando pudieron ser implantados en humanos .

Addition Technology es quien impulsa de forma decidida su utilización para la corrección de bajas miopías de manera no sustractiva y posteriormente para queratoconos, siendo Colin quien primero los utiliza en este último grupo de pacientes en junio de 1997 **¡Error! Marcador no definido.**

j. El implante de INTACS (Additional Technology), mostro ser un procedimiento seguro y reversible. Además los ICRS tienden a preservar la esfericidad corneal, la cual contribuye a una mejor agudeza visual y sensibilidad al contraste.

k. El doctor Joseph Colin y col, **¡Error! Marcador no definido.** ejecutaron la primera implantación de segmentos intracorneales INTACS en ojos con queratocono en 10 pacientes, reportando buenos resultados visuales con disminución en los valores refractivos en los promedios de todos sus casos. La cirugía fue desarrollada en pacientes con cornea central clara e intolerancia a lentes de contacto. En el 2001, Colin y col, publicaron el primer año de seguimiento de sus 10 pacientes tratados con queratocono moderado, demostrando una mejoría en las agudezas visuales sin corrección y corregidas, en la mayoría de los pacientes.

- **Generalidades.** a. Los INTACS fueron desarrollados por Keravision y son ahora suplidos por Additive Technology (Fremon C.A.) en cajas conteniendo dos segmentos del mismo espesor. En Europa y otros países los INTACS son

b. Entre el 2001 hasta nuestros días otros investigadores han demostrado similares resultados usando una variedad de combinaciones en el espesor y longitudes de los segmentos, en un diverso grupo de pacientes. Durante estos pasados años, los estudios han dado nuevas informaciones acerca de la seguridad y eficacia de los INTACS®, estabilidad a lo largo del tiempo, el número de segmentos a ser colocados, la relativa colocación del grosor frente a los segmentos más delgados, uso del láser de femtosegundo para crear los canales, ajustes para mejorar los resultados de los fracasos, lentes de contacto adecuados, LASEK después de Intacs para mejorar la agudeza visual sin corrección, pacientes en riesgo de complicaciones, histopatología y uso de Tomografía de Coherencia Óptica (OCT) del segmento anterior para asegurar una adecuada profundidad en el estroma evitando las erosiones corneales de los segmentos.

El implante de INTACS® (Additional Technology), ha mostrado ser un procedimiento seguro y reversible. ¡Error! Marcador no definido. Los ICRS (intracorneal ring segments) tienden a preservar la esfericidad corneal, la cual contribuye a una mejor agudeza visual y sensibilidad al contraste. ¡Error! Marcador no definido.

- **Objetivos de La Cirugía.** a. El principal objetivo es el de estabilizar la topografía corneal, que se logra por el efecto de aplanación del cono, preservando la prolapicidad corneal (Fig 27); los ICRS (Intracorneal Ring Segments) buscan disminuir la progresión de la enfermedad sin remover ningún tejido corneal o tocar la cornea central.

b. La meta al usar los segmentos intracorneales para el tratamiento del queratocono no es el de eliminar la enfermedad de la cornea, sin embargo, al disminuir las anomalías corneales asociadas a esta enfermedad como el astigmatismo irregular, la miopía y otras aberraciones, se logra mejorar las agudezas visuales a niveles satisfactorios.

c. El principal beneficio del tratamiento en corneas afectadas con queratocono al insertar segmentos intracorneales es el retrasar o eliminar la necesidad de una queratoplastia penetrante o lamelar profunda, que se logra por la estabilización corneal posterior al implante.

d. Un objetivo importante es el de mejorar la tolerancia al uso de lentes de contacto.

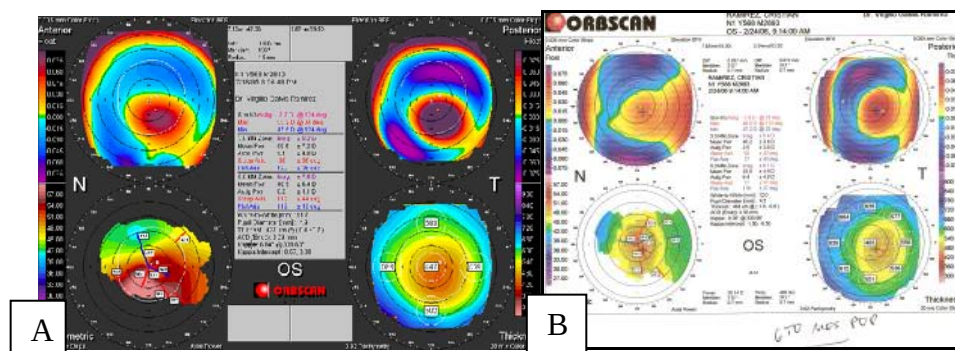
Los buenos candidatos para el implante de segmentos intracorneales, son pacientes con queratocono que tienen intolerancia al uso de lentes de contacto y que tienen cornea clara o transparente en el centro.

- **Mecanismos de Acción de los Segmentos Intraestromales.** a. Regularización de la superficie corneal; Los estudios realizados por topografía corneal han puesto de manifiesto que cuando se implantan segmentos intracorneales se produce un aplanamiento de la córnea con regularización de su superficie, esto conduce a una reducción en las aberraciones ópticas apicales que se traduce en una mejoría en la agudeza visual.

b. Desplazamiento del ápex corneal hacia el centro pupilar; Uno de sus principales efectos es el de desplazar el ápex corneal usualmente descentrado hacia su posición fisiológica frente a la pupila, además de un aplanamiento periférico manteniendo la esfericidad positiva de la córnea; se reporta con biomicroscopía ultrasónica y otras tecnologías de evaluación del segmento anterior una

disminucion en la profundidad de la cámara anterior secundaria al implante de los segmentos.

Figura N° 27. Topografías Orbsacan, Quad Map. A. Preoperatorio; B. Efecto de aplanación corneal central en el 6 to meses postoperatorio despues de los segmentos intraestromales. Paciente del estudio



Cortesía Consultorio Dr. V galvis

c. Postulados de Barraquer y Blavastkaya.

Estas leyes enuncian que a mayor espesor, mayor corrección. (Fig 28) **¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 28 Efecto de la inclusión intracorneal en altas miopías según Blavastskaya



Cortesía Dr. Albertazzi. Conferencia del Abordaje Quirúrgico de las Ectasias con Segmentos Intracorneales. (KeraRing) Bucaramanga 2005

Por el espesor poseen una acción directa: a mayor espesor mayor efecto; a menor espesor, menor efecto.



**Mayor espesor
Mayor efecto**



**Menor espesor
Menor efecto**

Por el diámetro en el que se implanten poseen una acción inversa: a mayor diámetro, menor efecto; a menor diámetro mayor efecto.



**Mayor diámetro
Menor efecto**



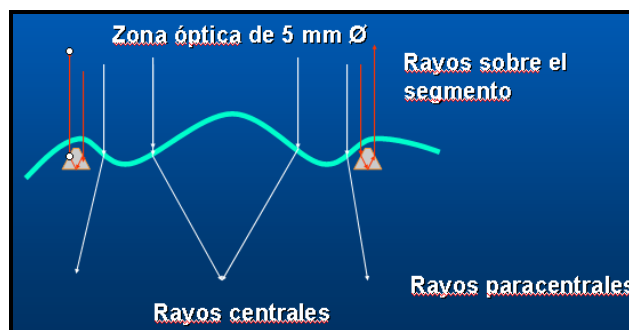
**Menor diámetro
Mayor efecto**

A menor diámetro entre los segmentos implantados, mayor corrección dióptrica. Los cambios en la estructura corneal inducidos por la tecnología aditiva pueden ser gobernados por las leyes de espesores de Barraquer. Estas leyes describen que cuando un material es adicionado a la periferia de la cornea o cuando igual cantidad de material es removida del área central, se logra un efecto de aplanación. En contraste, cuando un material es adicionado al centro o removido de la periferia corneal, la curvatura superficial se aumenta. El resultado correctivo varía en directa proporción al espesor del implante y en inversa proporción a su diámetro. **¡Error! Marcador no definido.**

d. Modificación de las fuerzas tensionales en los tejidos:

- Mantienen la esfericidad corneal, desplazan el ápex hacia el centro pupilar y disminuyen la profundidad de la cámara anterior a nivel central. Se presenta un efecto Pin Hole posterior a la formación de un domo óptico en el centro corneal (Fig 28)

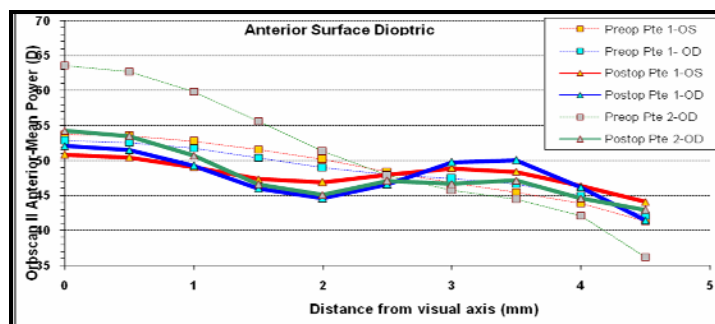
Figura N° 29 Efectos de los implantes: disminuyen la elevación anterior en la zona central, y aumentan la elevación en la zona periférica.



Cortesía Dr. C Arce 2007

El efecto ideal de los implantes sería una isla central dióptrica uniforme capaz de enfocar los rayos de luz centrales, y una colina anular externa que disperse los rayos periféricos por el efecto prismático de los segmentos. (Fig 29). Investigaciones posteriores podrían evaluar si esta clase de efecto Pin Hole, puede producir una disminución de las aberraciones centrales encontradas en corneas con queratocono.

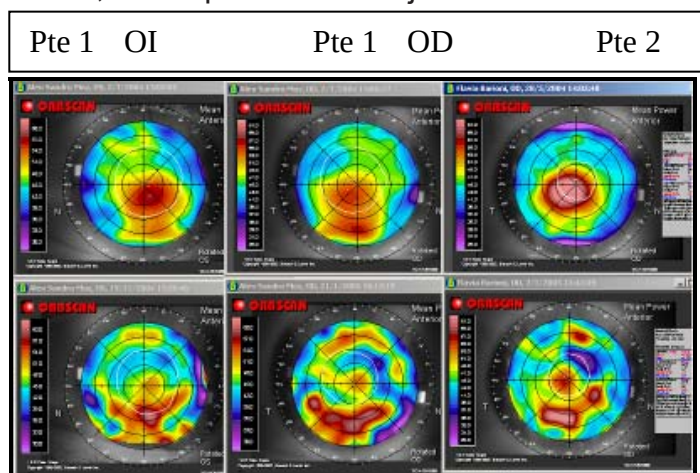
Figura N° 30 Demostración gráfica del cambio en el poder dióptrico a medida que se aleja del eje visual en el caso Pte 1 y pte 2. Obsérvese la disminución a partir 0, con el posterior aumento dióptrico entre 3 y 4 mm.



Cortesía Dr. C Arce 2007 **¡Error! Marcador no definido.**

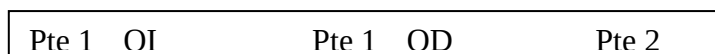
En los siguientes ejemplos de pacientes intervenidos con segmentos Keraring, se pueden evidenciar los efectos reales a nivel topográfico. (Figs 29, 30 y 31)

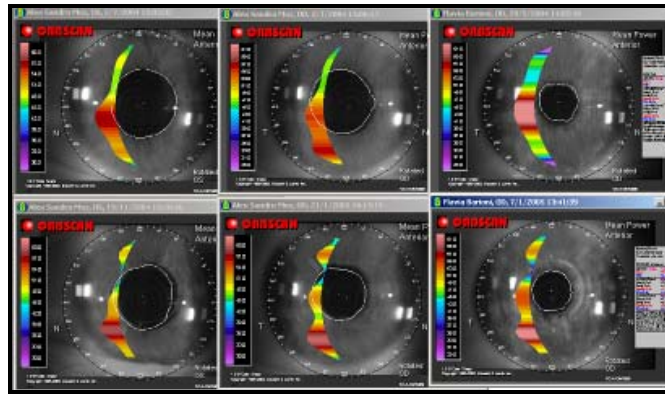
Figura N° 31 Imágenes Orbiscan II Total Mean Power, demostrando el efecto de elevación periférica y domo óptico central. Preoperatorios arriba: Paciente Pte 1 OI, Pte 1 OD, Pte 2 OD, Postoperatorios abajo.



Cortesía Dr. C Arce 2007

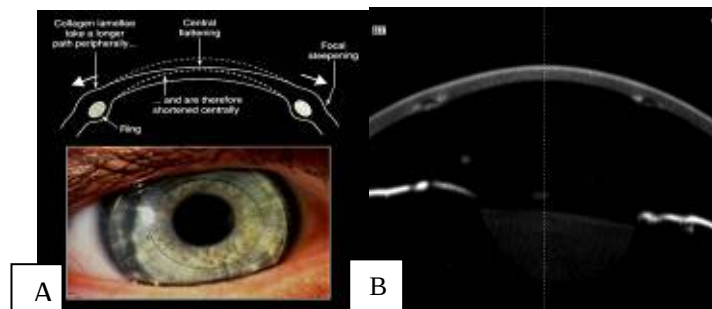
Figura 32 Imágenes de mapa de elevación anterior diferencial por Orbiscan II demostrando el efecto de elevación o domo óptico central producidos por segmentos intraestromales Preoperatorios arriba: Paciente Pte 1 OI, Pte 1 OD, Pte 2 OD, Postoperatorios abajo.





Cortesía Dr. C. Arce. Barranquilla. Congreso Facorrefractiva 2007

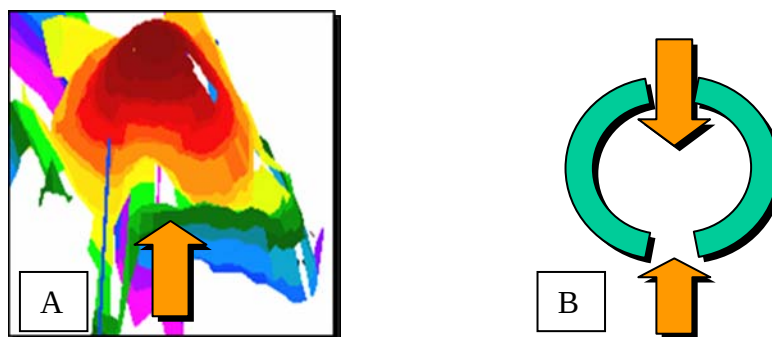
Figura N° 33 A. Grafica que ilustra el aplanamiento corneal central producido por los segmentos. **B.** OCT Visante, que evidencia la presencia de dos segmentos intraestromales Keraring.



Cortesía Cons. Dr V. Galvis.

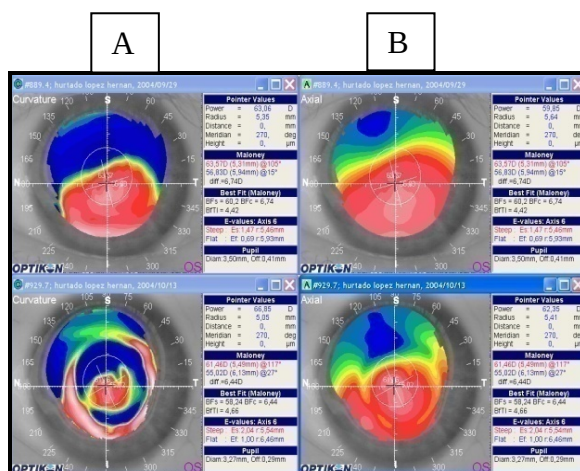
e. Modifican las fuerzas entre los extremos terminales de los segmentos elevando el tejido comprendido entre ellos realizando una "Acion conjunta y efecto en bisagra como lo denomina el Dr. Albertazzi. (Fig 33)

Figura N° 34 A. Imagen topografica en 3 D que muestra la elevación entre los extremos de los segmentos. **B.** Imagen localizando con flechas el sitio donde también se presenta elevación corneal entre los segmentos "efecto bisagra".



Cortesía Dr. Albertazzi. Conferencia del Abordaje Quirúrgico de las Ectasias con Segmentos Intracorneales. (KeraRing) Bucaramanga 2005

Figura N° 35 A. Topografía de elevación Optikon, donde se observa el efecto de elevación de los segmentos a nivel periférico, y su efecto de domo central. Preoperatorio arriba y postoperatorio abajo. **B.** Topografía Axial del mismo caso.



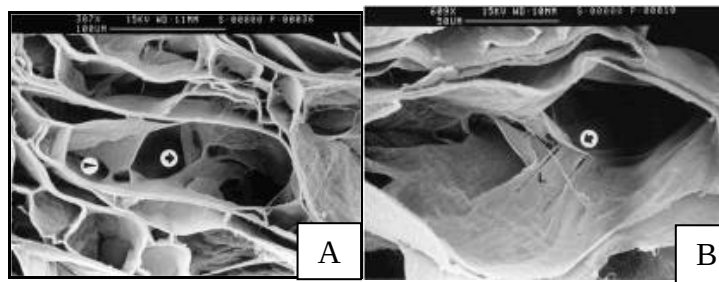
Cortesía Dr. R. Escobar. Bucaramanga 2005

f. Por la forma: Por encima del segmento, existe una acción directa: a mayor valor de K mayor efecto, y viceversa, a menor valor de K menor efecto; efecto lineal en relación con el espesor implantado.

g. Reaccion Tisular: El mayor efecto de los segmentos se obtiene cuando estos están ubicados en la profundidad del estroma. (Fig 35). En el tercio anterior

corneal, las lamelas son mas unidas entre si, a diferencia que en la profundidad de la cornea, donde las lamelas son más amplias entre si y más gruesas (100–200 μm de amplitud y 1.0-2.5 μm de grosor) que en el estroma anterior (0.5–30 μm amplitud y 0.2-1.2 μm en grosor). El estroma posterior es más ordenado, mas hidratado y sus lamelas se ubican en un plano paralelo entre sí, lo que facilita su disección.

Figura N° 36 A. Fotografia de Alta definicion del estroma corneal anterior. B. Estroma corneal posterior.



Cortesía Dr. Albertazzi. Conferencia del Abordaje Quirúrgico de las Ectasias con Segmentos Intracorneales. (KeraRing) Bucaramanga 2005

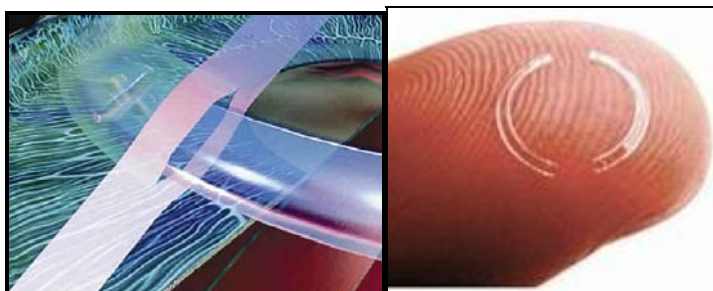
- **Modelos de Anillos Intracorneales.** Son 2 los modelos de poly metil metacrilato PMMA, en anillos intracorneales para la corrección del queratocono y la miopía.
 1. Segmentos INTACS® (Addition Technology. CA)
 2. Anillos Intracorneales de Ferrara® (Ferrara Ophthalmics) y Keraring® (Mediphacos Brasil Inc.)
- **Generalidades de los Segmentos INTACS.** La primera generación, producida y comercializada por Kera Vision, fue un completo anillo de 360 grados

llamado el anillo intraestromal corneal o Kera Vision ring. La designación presente, hecha de segmentos semicirculares, fue denominada segmentos corneales intraestromales, INTACS®, (del ingles Intrastromal Corneal ring Segments)

Estos segmentos consisten en un par de piezas semicirculares de PMMA, cada una con un arco de circunferencia de 150 grados, forma hexagonal transversa, y una sección longitudinal cónica. (Fig 36 y 37) Cada segmento de INTACS tiene un diámetro externo de 8.10 mm y un diámetro interno de 6.77 mm. El efecto refractivo es modulado por su espesor, que van desde 0.25 mm a 0.45 mm, pudiendo predecir una corrección miópica desde -1.00 a -4.10 Dioptrías. Recientemente, unos nuevos segmentos de Intacs fueron designados (INTACS SK, Addition Technology). Estos tienen un diámetro interno de 6.00 mm y forma de corte transversal oval.

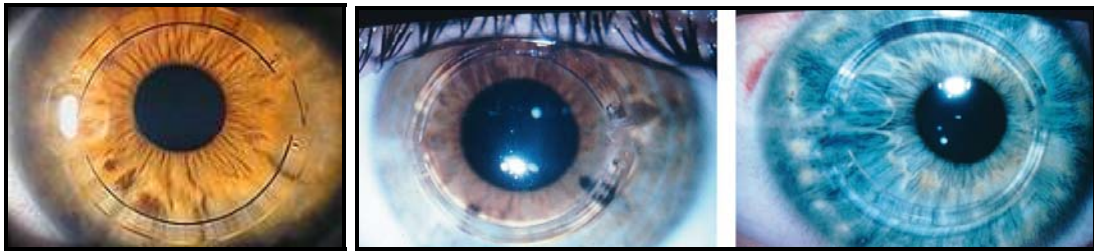
Dos espesores de Intacs SK pueden ser obtenidos: 400 micras para curvaturas de K entre 57.0 a 62.0 dioptrías, y cilindros < de 5.0 dioptrías. Intacs SK de 450 micras, para curvaturas de K > a 62.0 dioptrías, y cilindros > 5.0 dioptrías. Actualmente no se han publicado reportes con la implantación de estos nuevos segmentos. **¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 37. Imagen del corte seccional de Intacs, donde se observa la forma hexagonal de estos segmentos.



Tomado de: www.queratocono.es

Figura N° 38. Fotografías de pacientes posterior a implante de INTACS

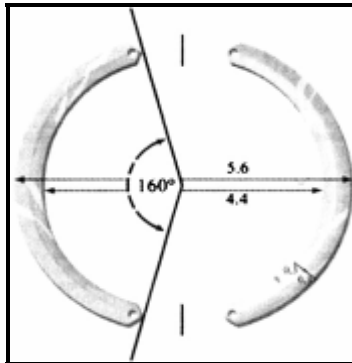


Tomado de: www.queratocono.es

- **Generalidades de los Segmentos Intracorneales de Ferrara y Keraring®.** a. En 1986, el doctor Paulo Ferrara inició la implantación de anillos modificados en corneas de conejo, y hacia 1994, desarrollo la técnica de construcción de un túnel estromal para la implantación de dichos anillos. La primera generación, fue producida y comercializada por KeraVision, y fue un anillo completo de 360 grados, llamado el KeraVision ring. En 1996, el Dr. Ferrara reemplazo una anillo único por dos segmentos, teniendo cada uno 160 grados de arco, y obtuvo mejoría en sus resultados para pacientes con altas miopías. Mas adelante, utilizo estos segmentos para pacientes con queratocono y luego de queratoplastia.

b. Los anillos de Ferrara® y los KeraRing® son hechos de PMMA Perspex CQ acrílico. Estos son disponibles en dos diámetros: 6.0 mm para miopía < de 7 dioptrías, y de 5.0 mm para altos grados de miopía. El diámetro interno de 4.4. mm y externo de 5.4 mm para los segmentos de 5.0 mm de zona óptica, y 5.4mm en diámetro interno y 6.4 mm en diámetro externo, para los segmentos de 6.0 mm de zona óptica (Fig 38). La variación de los espesores va desde 150 a 350 micras, con incrementos de 50 micras progresivamente. Poseen un orificio a cada extremo de 0.2 mm para su manipulación quirúrgica **¡Error! Marcador no definido.**

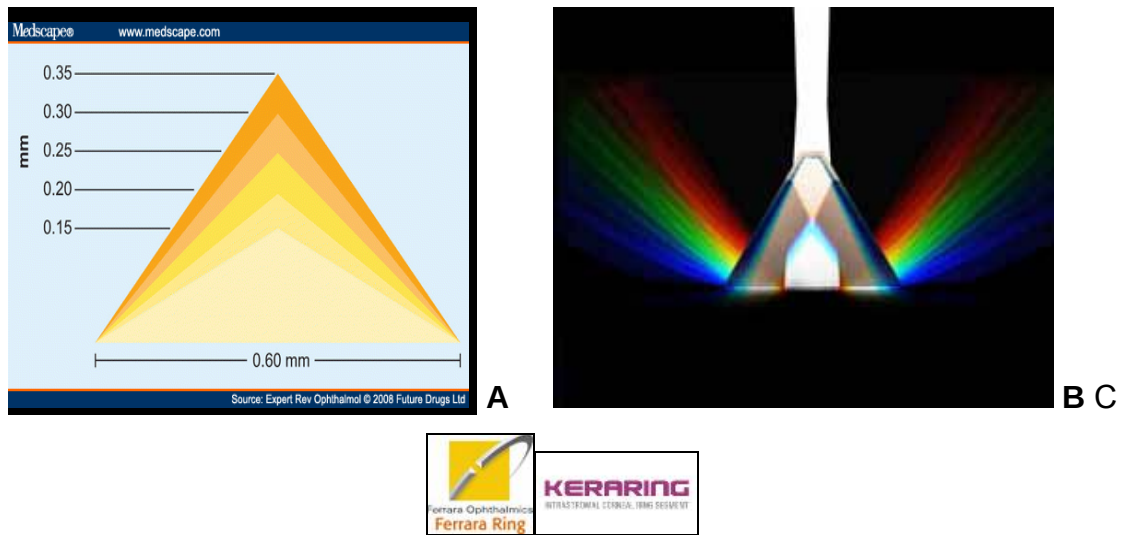
Figura N° 39. Diagrama mostrando las medidas de los segmentos intraestromales Keraring.



Tomado de Intrastromal Corneal Ring Segment Implantation by Femtosecond Laser for Keratoconus Correction, Ophthalmology 2007

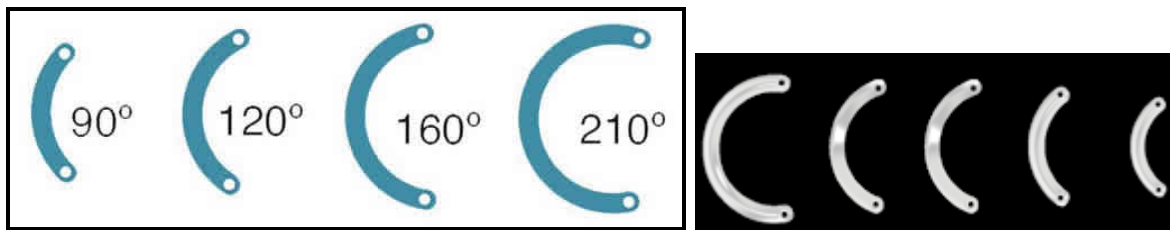
Este diseño tiene forma triangular, su base actual para todos los espesores y diámetros es de 600 micras, y su forma geométrica disminuye el efecto prismático haciendo que los rayos luminosos pasen solo por su centro, lo que trae consigo menos formación de halos y glare. (Fig 39) Los más usados tienen 160 grados de arco, pero en estos momentos existen de 90, 120, 140 y el más reciente segmento de 210 grados de arco, usados para diferentes estadios y formas de la enfermedad.

Figura N° 40. A. Forma triangular de los segmentos de Ferrara y los KerraRing, B. Efecto prismático al paso de la luz. C. Marcas registradas®



Tomado de (Siganos) The prismatic effect of Ferrara rings J Cataract Refract Surg 2002; 28:1947–1951 y www.mediphacos.com.br.com

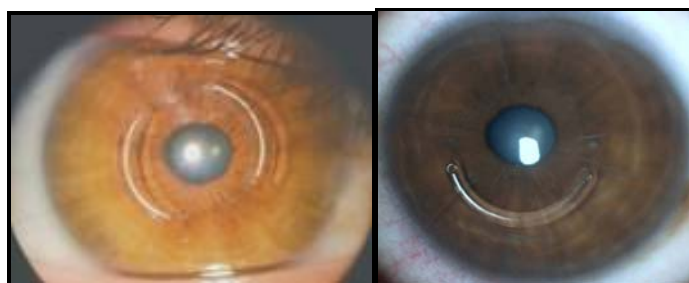
Figura 41. Longitudes de Arco disponibles en la actualidad para segmentos de Ferrara y KeraRing ®



www.mediphacos.com.br

Con estos segmentos, la adición de tejido a la cornea periférica resulta en un aplanamiento central, y el diámetro del anillo determina en cuanto la cornea podría ser aplanada. De este modo, entre más se adicione tejido, con el incremento del espesor del segmento y el diámetro se disminuya se corregirán mas dioptrías de miopía. ¡Error! Marcador no definido.

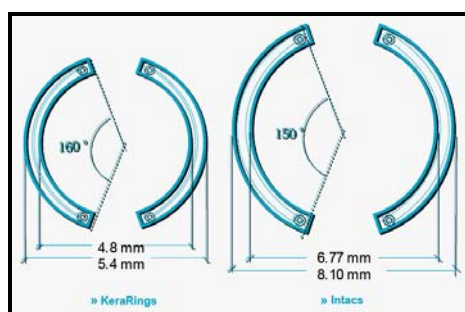
Figura N° 42. Fotografías de Segmentos Keraring Implantados



Tomado de www.onjoph.com

- **Segmentos de FERRARA® versus INTACS®.** Aunque los segmentos de Ferrara y los INTACS tienen muchas características en común, también tienen diferencias importantes, estas se muestran en la Tabla N. 5. La más importante es el diámetro de estos segmentos. La diferencia puede afectar los resultados clínicos debido a la inserción más cercana al centro corneal por parte de los segmentos Keraring o Ferrara, que podría teóricamente incrementar el efecto de aplanación.

Figura N° 43 Comparación de Keraring y segmentos Intacs.



Tomado con autorización de www.dralbertazzi.com

Tabla N° 6. Comparación de los segmentos INTACS y los de FERRARA

Característica	INTACS	FERRARA
Longitud de arco (grados)	150	160
Sección transversal	Hexagonal	Triangular
Espesor (mm)	0.25-0.45	0.15-0.35

	Incrementos de 0.05	Incrementos de 0.05
Radio interno	6.77	4.40
Radio externo	8.10	5.6

4.2.3.7 Segmentos INTACS

- **Indicaciones.** La principal indicación para el uso de estos segmentos incluyen la baja miopía, queratocono, otras desordenes queratectasicos y ectasia post LASIK. Los pacientes con corneas centrales claras, intolerancia a los lentes de contacto, y espesor corneal de 400 micras o más en la localización donde estos segmentos van a ser implantados, son susceptibles para este tratamiento.

Los INTACS® fueron designados y aprobados por la FDA en 1990 para la corrección de miopía baja (-1.00 a -3.00 D). Colin desarrollo el primer implante de Intacs® para queratocono en 1997; después de el primer reporte de resultados, **¡Error! Marcador no definido.** el uso de los INTACS® ha venido en incremento para el tratamiento del queratocono. En 2001, Colin y col. publicaron un año de seguimiento en 10 pacientes, reportando que la curvatura corneal alterada y el astigmatismo asociado con esta enfermedad se redujo, mejorando la agudeza visual con el tratamiento en casi todos los ojos. **¡Error! Marcador no definido.**

Alio y col. reportaron que la inserción de los INTACS® provee mejoría en los resultados de agudeza visual y calidad en la topografía corneal con una significativa reducción en el equivalente esférico (E.E.), en ojos queratoconicos con un valor de K en promedio de < de 53.0 D o menos, y con bajos niveles de equivalente esférico: sin embargo los resultados en casos avanzados de queratocono, con valores de K promedios en 55.0 o mas, no son los mejores.

Boxer Wachler y col reportaron una mejoría en la agudeza visual y astigmatismo en corneas con y sin cicatrices. El promedio preoperatorio de la mejor agudeza visual corregida (AVCC), en ojos con cicatrices fue de 20/200, el cual mejoro a un promedio de 20/60, con mejoría de 5 líneas de visión. La agudeza visual sin corrección (AVSC), en corneas con cicatriz o leucoma fue de 20/400, la cual mejoro a un promedio de 20/200, con 3 líneas de mejoría. En el estudio, la mejor Agudeza Visual con Corrección (AVCC) mejoro en un alto grado en el grupo de corneas con cicatriz o leucoma, de el grupo que no poseía cicatriz; además es la único estudio que sugiere que los pacientes con cicatriz paracentral o corneas con encurvamiento por encima de 57.0 dioptrías podrían beneficiarse de la inserción de los segmentos intracorneales.

También hay reportes que en ojos con queratocono la queratometria mas curva podría ser tanto como 55.0 dioptrías o mas, son usualmente intolerantes a uso del lente de contacto.

Es poco probable que un paciente con intolerancia a los lentes de contacto, con poder de Q mayor de 58.0 dioptrías podría convertirse en un paciente con buena tolerancia posterior al implante de INTACS. Incluso si este objetivo fuera conseguido, probablemente se produciría una peor calidad de visión que antes de la queratoplastia. En pacientes con queratocono frustrado o corneas extremadamente delgadas con errores refractivos menores de -3.00 D, la corrección con Intacs® son una segura y efectiva alternativa a la cirugía con excimer láser.

- **Ventajas y desventajas en comparación al trasplante de córnea.** Rápida recuperación visual: El trasplante corneal requiere un largo periodo de recuperación visual alrededor de 3 a 12 meses en promedio.

Con la queratoplastia existe la probabilidad de rechazo. Con el implante de segmentos hay una ausencia de rechazos, debido al material biocompatible con el que están hechos.

El trasplante de cornea no garantiza la recidiva del queratocono y en la mayoría de los casos se requiere usar anteojos o lentes de contacto para la corrección del defecto óptico residual.

Fácil y rápida tolerancia al uso de lentes de contacto si fuera necesario. Posterior al procedimiento, el paciente con implantes tiene una rápida y en algunos casos mejor adaptación al uso de lentes de contacto para mejorar su calidad de visión.

Los implantes tienen la posibilidad de ser reversibles y ajustables; esto con el fin de lograr en el paciente si es necesario el máximo de confort y rehabilitación visual posible, en la medida de las limitaciones que tenga cada caso en particular. La evolución o progresión del queratocono es detenida o disminuida en muchos casos.

El implante con segmentos intracorneales es un procedimiento reversible, que no afecta a la sensibilidad al contraste, que respeta la asfericidad corneal y que además es más barato como inversión para el cirujano y para el paciente que un trasplante de cornea.

Dentro de las principales ventajas de este procedimiento, se destaca la preservación de la asfericidad positiva de la cornea, la conservación de su porción central, y su carácter reversible. Además nada impide realizar un trasplante penetrante de cornea, si la cirugía de anillos no alcanza el resultado esperado.

- Metodos de Diseccion de los para los INTACS
- **Método Mecánico.** El instrumental requerido para la imaplantacion de INTACS® se describe a continuación:

Marcador de zona óptica de 11 mm, -gancho de Sinskey, -marcador de la incisión, -bisturí de diamante de hoja angulada y puntiforme. -Gancho Disector, -espátula Simétrica, -Anillo de Succión, -Consola de Vacío, -separador estromal (Fig 43 y 44)

Figura N° 44. Intrumental quirurgico para INTACS



Tomado de Anillos intraestromales. Publicacion de Rodriguez Hernandez V, Albertazzi R. Centro Oftalmológico Quilmes, Bs Aires Argentina 2005

Descripción de la técnica

– Marcación del eje visual y marcado simultáneo de los diámetros de 3-5-7 mm. El centro de la pupila es identificado usando un marcador de zona de 11 mm, y el

centro se marca con un gancho de Sinsky o un punto de marcador especial diseñado para demarcar bien este centro

– Incisión en el 70 a 80% del espesor de la córnea medido idealmente con paquimetría intraoperatoria. Se calibra el bisturí de diamante previamente, y se realiza la incisión en el eje previamente identificado por la topografía y según el nomograma a usar, bien sea en el eje más plano o el más curvo. La mayoría de las disecciones son hechas en el meridiano horizontal debido a que los INTACS® son implantados para el levantamiento de la porción ectásica de la córnea.

-Verificación de la profundidad de la incisión e inicio de la disección del bolsillo intraestromal. Los túneles intraestromales se inician usando un gancho que se mete en el bolsillo (antes una paleta estromal). Una lámina o gancho se desliza al ser introducida en la incisión para tasar la longitud de incisión y verificar la suficiencia del bolsillo.

La guía de centrado de vacío se coloca y se procede a marcar la superficie de la córnea:

Después de centrado el vacío se alinea con el centro geométrico de la cornea. El sistema de vacío KV 2000 (Addition Technology) es iniciado en el nivel bajo y se va aumentando al valor mas alto. (Ver Imagen) Los separadores corneales en sentido horario y anti horario se utilizan para crear los túneles intraestromales en las direcciones deseadas, para posteriormente implantar los segmentos INTACS® en los túneles previamente creados. **¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 45. Consola de vacío KV2000 necesaria para implantar INTACS



Tomado de Anillos intraestromales. Publicacion de Rodriguez Hernandez V, Albertazzi R. Centro Oftalmológico Quilmes, Bs Aires Argentina 2005

- **Descripción de la Técnica con Laser de Femtosegundo.** Los láseres ultra rápidos han atraído un importante interés como su potencial para microcirugía de alta precisión y otras aplicaciones que tienden a hacer demostradas. Aplicaciones quirúrgicas, particularmente en la delicada y transparente cornea, pueden tomar máxima ventaja de estos atributos.

En contraste a los láseres de fotoablación y láseres de fotodisrupción cercanos al espectro infrarrojo y no son absorbidos (al menos el 1º orden) por los medios oculares. El pulso de duración de los láseres de femtosegundo está en un rango de 10 – 15 segundos. Como el poder es una función de la energía por unidad de tiempo, disminuyendo el tiempo aumenta la energía generada por una determinada energía o, por el contrario, disminuye la energía necesaria para crear un determinado efecto. El láser de femtosegundo o IntraLase femtosecond laser (Intra - Lase Corp) produce pulsos cercanos al infrarrojo (1053 nm) que, a diferencia de los pulsos de eximer de argón fluorado, no son absorbidos por los tejidos ópticamente claros.

En la fotodisrupción, los tejidos afectados inician por una ruptura inducida por el láser óptico, el cual requiere un pequeño tamaño de punto focal para lograr el umbral de fluencia (energía/área) para formación de plasma.

La generación de plasma permite la meta de absorber energía adicional. La expansión supersónica, del inicialmente plasma caliente, es seguida por los efectos secundarios como la emisión de la onda de choque y la generación de burbujas

El plasma expandido continúa a través del tejido como un frente de onda. Cuando el frente de onda pierde energía y velocidad, las ondas acústicas desaparecen y el plasma se enfría, tomando la forma de una burbuja. El punto en el que se enfría es la profundidad a la que queremos crear la fotodisrupción, es el punto en que focaliza el láser. El Intralase es capaz de liberar 15.000 pulsos de láser en un solo segundo. Cada impacto produce una micro burbuja, de bióxido de carbono y vapor de agua, cuando miles de estas micro burbujas confluyen, se crea una maya o entramado en el interior de la córnea. La creación del túnel intraestromal para el implante de los segmentos intracorneales, se realiza en aproximadamente 15 segundos, con una muy poca manipulación de la cornea.

- **Medida del canal.** No existe uniformidad sobre cual medida del canal es la más efectiva para la implantación de los Intacs; sin embargo, existe una tendencia a hacer realizar pequeños canales para proveer mejores resultados. *¡Error! Marcador no definido.*

Los primeros resultados clínicos con el uso del láser de femtosegundo para el implante de los INTACS® fueron reportados en el 2003 por Ratkay-Traub y col. Sus resultados refractivos fueron los mismos que los hechos con el método estándar mecánico: 6.6 mm por 8.2 mm en el canal.

Eartan y colaboradores *¡Error! Marcador no definido.* compararon los resultados refractivos con medidas en el canal de 6.6mm por 8.2 mm (grupo 1, 0.75 mm canal) y 6.6 mm por 7.6 mm de canal (grupo 2, 0.50 mm de canal). Hacia los seis meses de seguimiento, la AVSC (Agudeza Visual sin Corrección) y la AVCC

(Agudeza Visual con Corrección) mejoro significativamente en un 63.91% y un 70.10% de los ojos, respectivamente en el grupo 1, y un 72.5% y un 75.8% de los ojos, respectivamente, en el grupo 2. Cuando los porcentajes de pacientes en los cuales la AVSC y la AVCC, mejoraron y fueron comparados entre los grupos, mas pacientes en el grupo 2 tuvieron una mejor AVSC (agudeza visual sin corrección) y AVCC. (Agudeza visual con corrección) en el postoperatorio. El promedio de cambio en la AVSC y AVCC fueron, respectivamente, 1.94 ± 0.19 y 2.15 ± 0.21 líneas de Snellen en el grupo 1, y 1.90 ± 0.24 y 1.91 ± 0.24 líneas de Snellen en el grupo 2, sin una diferencia estadísticamente significativa.

- **Implantación de los INTACS**

a. Simétricos o Asimétricos. En el primer reporte de la implantación de INTACS para el tratamiento del queratocono, Colin y col **¡Error! Marcador no definido.** reportaron un procedimiento quirúrgico similar al usado para la corrección de la baja miopía en 10 ojos. En el 2007, Colin y Malet reportaron 2 años de resultados en 100 ojos con queratocono usando un nomograma estandarizado; dos INTACS® asimétricos de 0.45 mm y de 0.40 mm fueron insertados en la cornea. El espesor de los segmentos fue basado en el equivalente esférico (EE) preoperatorio. Para ojos con EE de mas de -3.00 dioptrías recibieron segmentos de 0.45 mm, y quienes tenian menos de -3.00 dioptrías en el EE, recibieron segmentos de 0.40 mm.

En el estudio de Boxer y col **¡Error! Marcador no definido.** el nomograma para seleccionar el espesor del segmento fue basado solamente en el equivalente esférico. Para EE de menos de -3.00 dioptrías se uso una combinación de segmentos de 0.25 mm superiormente y de 0.30 mm en la parte inferior de la cornea. Para EE mayores de -3.00 dioptrías se usaron combinaciones de segmentos de 0.25 mm superiormente y de 0.35 mm inferiormente. En este

estudio los autores no excluyen a pacientes con cicatrices o leucomas centrales corneales sugerido por Colin. Los autores concluyen que la implantación de Intacs de forma asimétrica puede mejorar la AVSC y la AVCC y reducir el astigmatismo irregular.

Los segmentos de anillos intracorneales INTACS®, fueron implantados de forma horizontal en el estudio de Colin y col y el estudio de Boxer Wachler y col. Kanellopoulos y col usaron una modificación en el nomograma con inserción de segmentos de forma asimétrica como se describe a continuación: para EE de menos de -2.00 dioptrías, se usaron una combinación de segmentos de 0.25 mm superiormente y de 0.35 mm inferiormente. Para un EE entre -2.00 y -3.00 dioptrías, se uso una combinación de segmentos de 0.25 mm superiormente y de 0.40 mm en la parte inferior de la cornea. Para EE entre -3.00 a -5.00 dioptrías, se usaron una combinación de segmentos de 0.25 mm superiormente y de 0.45 mm inferiormente. Para un EE entre -5.00 a -6.00 dioptrías, se uso una combinación de segmentos de 0.35 mm superiormente y de 0.45 mm en la parte inferior corneal. Para miopías mayores de -6.00 dioptrías se usaron una combinación de segmentos entre 0.40 mm en la parte superior, y de 0.45 mm inferiormente.

El correspondiente centro del anillo se posicionó cercano al centro del cono; sin embargo el centro del círculo virtual creado por los 2 anillos se posicionó temporalmente por 0.5 a 1.5 mm hacia el centro de la cornea, no hacia el centro geométrico de la cornea. En el 2006, Colin y col **¡Error! Marcador no definido.** uso el nomograma que fue basado en el EE, la colocación del cono, y astigmatismo irregular inducidos por el queratocono.

Tabla 7. Nomograma de espesores recomendados para queratocono. Colin J. European clinical evaluation: J Cataract Refract Surg 2006; 32:747–755 Swanson reporto colocación de segmentos asimétricos, con el segmento mas delgado implantado inferiormente y el mas grueso en la parte superior, esto en medio del American Academy of Ophthalmology, Chicago, Illinois, USA, Noviembre 2005, En este estudio, la mejoría vista en los mapas de topografía era notable, demostrando un efecto de normalización en la superficie corneal en un 90% de los casos y aplanamiento de la curvatura con desplazamiento del cono centralmente en el 100% de los casos: Sin embargo, el estudio careció de información en los resultados refractivos.

Type of Cone	Recommended Thickness (mm)	
	Preop SE < -3.00 D	Preop SE > -3.00 D
Asymmetrical	0.25/0.30	0.25/0.35
Moderately asymmetric	0.35/0.40	0.40/0.45
Highly asymmetric	0.25/0.40	0.25/0.45
Global	0.40/0.40	0.45/0.45
Central	0.40/0.40	0.45/0.45

SE = spherical equivalent

b. Único segmento de INTACS para el queratocono. Hay pocos estudios publicados de la introducción de un solo segmento de INTACS® para tratar el queratocono. En el 2005, Alió y col evaluaron el efecto de la implantación de uno o dos Intacs orientados por evaluación del patrón topográfico para corregir el queratocono. En este estudio, se dividió 26 ojos en dos grupos basados por la topografía. El grupo 1 incluyo 11 ojos de 8 pacientes con un patrón en la topografía corneal que no cruzo los 180 grados del meridiano; el grupo 2 incluyo 15

ojos de 11 pacientes, con patrón topográfico que atravesaba el meridiano de 180 grados.

En el grupo 1, un único segmento de 0.45 mm fue implantado inferiormente para aplanar el cono inferior. En el grupo 2, se implantaron dos segmentos de 0.25 mm superiormente y 0.45 mm inferiormente. Después de un año de seguimiento en el grupo 1, el promedio de agudeza visual sin corrección AVSC, mejoro de 20/100 a 20/32, y la agudeza visual con corrección mejoro e 20/50 a 20/32. En el grupo 2, el promedio de AVSC mejoro de 20/400 a 20/63, y el promedio de AVCC mejoro de 20/50 a 20/32.

Rabinowitz y col. analizaron pacientes a quienes se les implanto un único INTACS® y otro grupo al que se le implantaron dos INTACS (Addition Technology, Des Plaines, Illinois); reportaron no haber encontrado diferencias estadísticamente significativas en los dos grupos en ninguno de los resultados analizados.

c. Sitio o Lugar para la Incisión. Algunos autores recomiendan colocar la incisión en el eje mas curvo para reducir el astigmatismo. Colin y col. Realizaron las incisiones temporalmente y obtuvieron una significativa reducción en el astigmatismo debido a las formas asimétricas en los segmentos intracorneales.

Rabinowitz **¡Error! Marcador no definido.** recomienda realizar las incisiones donde se esté seguro que los segmentos disecaran la parte delgada de la cornea, en un camino que hará fisiológicamente la cornea aumentando el área delgada.

En el estudio de Kanellopulos y col **¡Error! Marcador no definido.** el sitio de la incisión fue colocado a la 1 del reloj posición superior al meridiano horizontal de la cornea. El correspondiente centro del anillo fue también posicionado para ajustar el centro del cono; sin embargo, el centro del circulo virtual creado por los dos anillos fue posicionado infero temporalmente entre 0.5 y 1.5 mm hacia el centro del cono y no al centro geométrico de la cornea.

Ertan y col reportaron dos casos de implantes verticales en casos de queratocono temporal. En ambos pacientes, segmentos de 0.45 mm y de 0.25 mm, fueron insertados en el área temporal y nasal respectivamente; la incisión se realizó a las 12 horas del reloj, una posición elegida para la manipulación fácil cuando se insertan los Intacs verticalmente. El sitio de esta incisión no fue determinado por el eje del astigmatismo. Un año después postoperatoriamente, la AVSC mejoro 2 y 2.5 líneas de Snellen en el caso 1 y 2 respectivamente

Swanson reporto 2 años de resultados con Intacs, realizando una incisión superior en el meridiano mas curvo. Todos los pacientes ganaron 1 o mas líneas de agudeza visual, y 70% de los casos severos ganaron 3 o mas líneas.

d. Comparacion de la técnica de diseccion de los canales. La creación de los túneles intraestromales para la inserción de los segmentos intracorneales se ha convertido en un tema de interés desde que se introdujeron los segmentos. La cirugía con el láser femtosegundo, tiene como vía de efecto la foto disrupción, y puede ser usado como un método alternativo al tradicional método mecánico.

Recientemente, Rabinowitz y col, **¡Error! Marcador no definido.** publicaron resultados del primer estudio comparando el láser de femtosegundo con el método mecánico para el tratamiento del implante de los INTACS. Ellos desarrollaron la cirugía en 10 pacientes usando el método mecánico para crear los canales y en 20 pacientes usaron el láser de femtosegundo. Los resultados de la comparación de estos dos diferentes métodos de creación de los canales intraestromales a los seis meses después del seguimiento respectivamente son los siguientes:

- reducción en el Equivalente Esférico EE (3.98 versus 2.96)
- mejoría en la AVSC (4.13 versus 3.63)
- mejoría en la AVCC (3.92 versus 1.63).

Estos resultados no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos en ningún parámetro.

Los resultados de un estudio comparativo y retrospectivo en dos centros de pacientes externos, compararon 205 ojos con queratocono consecutivamente en 150 pacientes que fueron recientemente reportados por Ertan y col, en las Vegas Nevada, en la Academia Americana de Oftalmología en noviembre de 2006; estos pacientes se clasificaban en dos de acuerdo al método de la disección del canal. Mecánico, grupo 1; con femtosegundo, grupo 2. Se intervinieron en el grupo 1, 100 ojos con queratocono de 82 pacientes, y 105 ojos de 68 pacientes en el grupo 2. La mejoría en la Agudeza Visual sin corrección AVSC, medido con Snellen, fue en el grupo 1 y en el grupo 2, $1,29 \pm 1,78$ y $1,91 \pm 1,93$ respectivamente. La mejoría en el promedio de la Agudeza Visual corregida AVCC fue significativamente mejor en el grupo 2 ($P < .05$). La mayor limitación del estudio fue la naturaleza bi céntrica debido a la utilización de diferentes dispositivos y nomogramas. Esto debido al gran numero de pacientes en el estudio.

La realización de los canales con el láser de femtosegundo provee mayor precisión en el túnel y la profundidad de la queratotomía, la anchura y la localización (raramente se requiere colocación de suturas); mínimo edema y haze en el canal; uniformidad en los 360 grados del canal; mínimo riesgo de defecto epitelial y edema estromal; bajo riesgo de queratitis infecciosa debido a la ausencia de cuerpos extraños colocados en la cornea; ventajas en ojos profundos, y con difícil manipulación manual; obtención de los canales en pocos segundos, disminuyendo el tiempo quirúrgico.

- **Resultados a largo plazo para la corrección del queratocono con implantes de INTACS y/o Segmentos de Ferrara.** a. Colin y col [Error! Marcador no definido]. en uno de sus primeros reportes, implantaron en 10 ojos, hombres y mujeres por igual, con un promedio de edad de 30 años, durante un tiempo

promedio de 10 meses. En todos estos casos, no encontraron complicaciones intraoperatorias, concluyendo que la implantación de INTACS®, reduce el encurvamiento y astigmatismo corneal, y mejora la regularidad de la topografía corneal. Además sugieren mejores resultados en casos con queratocono moderado, en los cuales la AV fu de 20/40 o mejor.

b. Siganos D, y Ferrara P, **¡Error! Marcador no definido.** reportaron en el 2002 los resultados del seguimiento de pacientes implantados con segmentos de Ferrara, donde 26 pacientes con queratocono bilateral, cornea central clara e intolerancia a los lentes de contacto participaron de este estudio. El tiempo mínimo de seguimiento fue de 6 meses. En este estudio se evidencio un aplanamiento y normalización del centro corneal en ojos con queratocono.

En 24 de 26 ojos, se evidencio una reducción en el astigmatismo y la corrección esférica; el promedio de AVSC mejoro de 0.07 ± 0.08 preoperatoriamente a 0.20 ± 0.13 y 0.30 ± 0.21 después de 1 y 6 meses respectivamente. El promedio de AVCC mejoro de 0.37 ± 0.25 pre operatoriamente a 0.50 ± 0.43 y 0.60 ± 0.17 después de 1 y 6 meses, respectivamente. (**Tabla 8**).

Tabla N° 8. Datos preoperatorios y postoperatorios. Siganos D, Ferrara P, J
Cataract Refract Surg 2002; 28:1947–1951

Table 1. Preoperative and postoperative refractive data.

Patient	Preoperative				1 Month Postoperative				6 Months Postoperative			
	Sphere	Cylinder	Axis	SE	Sphere	Cylinder	Axis	SE	Sphere	Cylinder	Axis	SE
1	-5.5	-1.0	135	-6.0	-1.25	-1.5	120	-2.0	0	-0.5	100	-0.25
2*	0	-2.5	105	-1.25	0	-3.0	100	-1.5	0	-2.5	90	-1.25
3*	0.5	-2.5	90	-0.75	0.5	-3.0	75	-1.0	0	-2.5	85	-1.25
4	-2.5	-2.5	170	-3.75	-0.75	-1.25	50	-1.375	0.5	-0.75	70	0.125
5	-8.0	-3.5	145	-9.75	-1.75	-3.5	105	-3.5	-1.5	-2.5	95	-2.75
6	-10.0	-6.0	150	-13.0	-5.75	-4.25	180	-7.875	-5.0	-2.75	180	-6.375
7	-9.0	-7.5	30	-12.75	-4.25	-1.5	180	-5.0	-3.75	-0.75	180	-4.125
8	-3.0	-4.0	135	-5.0	-1.5	-0.75	100	-1.875	-1.0	-2.0	95	-2.0
9	2.5	-6.5	90	-0.75	2.25	-2.0	75	1.25	1.0	-3.25	85	-0.625
10	0	-6.5	180	-3.25	2.0	-4.25	35	-0.125	3.25	-3.0	35	1.75
11	0.5	-2.0	65	-0.5	1.0	-1.5	25	0.25	1.5	-2.0	35	0.5
12	-1.0	-7.5	60	-4.75	0.5	-5.25	70	-2.125	0	-2.0	70	-1.0
13	-8.5	-7.5	180	-12.25	-2.75	3.75	90	-4.625	-1.0	-2.75	80	-2.375
14	-9.0	-2.0	145	-10.0	-1.75	-2.5	90	-3.0	0	-2.0	60	-1.0
15	-11.0	-2.5	100	-12.25	-3.25	-0.75	90	-3.625	-0.5	-0.25	75	-0.625
16	-4.75	-3.0	80	-6.25	-1.25	-1.25	35	-1.875	0	-1.0	45	-0.5
17	-12.0	-7.50	90	-15.75	-2.0	-5.25	60	-4.625	-0.5	-2.0	70	-1.5
18	-1.0	-3.5	25	-2.75	1.75	-3.5	80	0	2.75	-2.5	90	1.5
19	1.0	-7.0	140	-2.5	1.0	-5.0	35	-1.5	0	-3.5	50	-1.75
20	0	-6.5	105	-3.25	0.5	-6.0	90	-2.5	3.5	-2.5	85	2.25
21	1.0	-7.0	90	-2.5	3.0	-5.0	180	0.5	5.0	-3.0	160	3.5
22	-6.0	-6.5	100	-9.25	-2.75	-4.0	180	-4.75	0	-2.5	180	-1.25
23	-15.0	-2.5	70	-16.25	-6.5	-4.5	90	-8.75	-4.0	-3.25	90	-5.625
24	-13.0	-2.5	25	-14.25	-6.0	-3.75	60	-7.875	-5.0	-4.5	50	-7.25
25	-8.5	-1.5	70	-9.25	-3.5	-2.25	50	-4.625	4.0	-2.5	40	2.75
26	0	-3.5	90	-1.75	0	-2.75	90	-1.375	0.5	-0.5	60	0.25
Mean	-4.70	-4.42	102.50	-6.91	-1.25	-3.15	89.81	-2.83	-0.01	-2.20	86.73	-1.11
SD	5.07	2.23	43.79	5.02	2.53	1.51	45.14	2.57	2.48	1.02	42.175	2.56

SE = spherical equivalent
*Rings removed early in the postoperative period

c. Sergio Kwitko, y col. presentaron hacia el 2004, su estudio realizado con segmentos intracorneales de Ferrara, en 51 ojos de 47 pacientes; el tiempo de seguimiento fue de 13 meses $\pm$ 8.7 SD, encontrando que la Agudeza Visual Con

Corrección (AVCC) mejoro en un 86,4% de los ojos, sin cambios en un 1,9% (n=1),

y empeoramiento en un 11,7% (n 6). La Agudeza Visual sin Corrección (AVSC)

mejoro en un 86 % (n=44) de los ojos, no vario en 7.8% (n=3), y empeoro en un

5.8% (n=3). Se encontró una reducción en el equivalente esférico de -6.08 ± 5.01 ,

a -4.55 ± 5.71 dioptrías y el promedio del astigmatismo refractivo, de 3.69 ± 2.20 a 2.12 ± 1.96 dioptrías ($P<.01$); el promedio de las curvatura corneal central disminuyo de 48.76 ± 3.97 dioptrías preoperatoriamente a 43.17 ± 4.79 D al final del examen.

Durante el seguimiento, 13 ojos (24.5%) de 11 pacientes requirieron queratoplastia penetrante, 3 debido a la no mejoría de la vision con corrección, 5 debido a extrusión de segmentos, 4 debido a pobre calidad de la agudeza visual, y 1 debido a descentración de los segmentos. La queratoplástia penetrante se evito en 38 ojos (74.5%) durante el seguimiento. Las complicaciones postoperatorias incluyeron 1 caso de descentración en 2 ojos (3.9%) debido a trauma, 10 casos de extrusión (19.6%), 5 despues de traumatismos, y 5 de forma expontanea. De estos 10 casos, a 5 se les realizo insiciones con profundidades del 70% de la paquimetria. Un caso de queratitis disciforme correspondiente a un (1.9%) a los 7 meses del postoperatorio, el cual finalmente requirió queratoplastia penentrante al sexto mes por la no mejoría de la agudeza visual.

Un caso presumible de queratitis bacteriana posterior a extrusión se presento dados los hallazgos clínicos, siendo el cultivo negativo; este caso requirió un intenso tratamiento con antibióticos tipo ofloxacina, e irrigación del túnel con

cefalosporinas fortificadas, con mejoría al final de la agudeza visual a niveles preoperatorios. Concluyen los investigadores de este estudio que el implante de segmentos intraestromales de Ferrara es un procedimiento reversible, seguro, ajustable, siendo necesario estudios a mas largo plazo para evaluar la estabilidad refractiva

d. Aliò y col. compararon los resultados 6 meses y a los 36 meses después de la implantación de los INTACS® (Addition Technology, Des Plaines, Illinois) evaluando estabilidad de los resultados y reportaron estabilidad refractiva sin una diferencia significativa. Este estudio retrospectivo evaluó a 13 ojos operados entre Abril del 2000 a Diciembre del 2001, y sus resultados fueron evaluados al 6, 12, 24 y 36 meses en todos los ojos y a 48 meses en 6 ojos.

En este estudio a pesar de la significativa reducción en el promedio de los valores de K a los 6 meses, la disminución no fue tan estable cuando se compararon a los 36 meses de seguimiento. Cuando se compararon los valores de K a los 48 meses, (6 de los 13 ojos), se observo un similar incremento en estos valores, sin que estos llegasen al valor preoperatorio. También se evidencio una mejoría en la tolerancia al uso de los lentes de contacto, previamente intolerantes en la mayoría de los pacientes.

e. Colin y col **¡Error! Marcador no definido.** al evaluar en un estudio prospectivo con la implantación de INTACS® en 57 ojos con queratocono, corneas claras e intolerancia al uso de lentes de contacto, demostró que un 78% de los pacientes mostraron mejoría de 2 líneas o mas en su AVSC ($p < .001$). La agudeza visual corregida AVCC de 20/40 o mas, mejoro de 53% pre operatoriamente, a 74% en el post operatorio ($P < .033$). Las queratometrías disminuyeron un promedio de $-4.3 \text{ D} \pm 2.8 \text{ D}$ ($P < .002$); no se encontró un incremento en el valor de las presión intraocular PIO, y no disminuyo el espesor central corneal.

f. Colin y col **¡Error! Marcador no definido.** evaluaron la seguridad y eficacia de los segmentos intracorneales para el tratamiento del queratocono en términos de complicaciones intraoperatorias y postoperatorias, resultados visuales, tolerancia a lentes de contacto, e inhibición de la progresión de la enfermedad; se evaluaron resultados a dos años de seguimiento de 100 ojos con queratocono y corneas claras, además de intolerancia al uso de lentes de contacto. La mejor AVCC, la AVSC, el error refractivo, queratometría, paquimetría, y examen en lámpara de hendidura fueron valorados preoperatoriamente, 1 y 2 años post operatoriamente seguidos al implante de Intacs. A los dos años de seguimiento la AVSC y la AVCC, mejoraron en 80,5% y 68.3% de los ojos, respectivamente ($P < 0,001$). La proporción de ojos con una AVCC $>$ de 20/40 incrementó de 22.0% como línea de base a 51,7% y 53.7% al primer y segundo año, respectivamente ($P < 0.001$). La refracción manifiesta en Equivalente Esférico mejoro de un promedio de -6.93 dioptrías (D) ± 3.91 (SD) preoperatoriamente a -4.01 ± 3.16 D al primer año, y -3.80 ± 2.73 D al segundo año ($P < 0.001$); el promedio de queratometrías disminuyo de 50.1 ± 5.6 D preoperatoriamente a 46.4 ± 5.3 D al primer año, y 46.8 ± 4.9 D al segundo año ($P < 0.001$). Además estos autores encontraron, una mejoría en la tolerancia a los lentes de contacto en un 80% de los casos.

Recientemente Colin presento 5 años de seguimiento de datos de 35 pacientes y reporto estabilidad refractiva, sin complicaciones en el tiempo de evaluación. (Academia Americana de Oftalmología, Las Vegas Nevada USA- 2006).

g. Ibrahim presento una serie de 186 ojos con queratocono. Cinco años posteriormente, 11,9% de los pacientes ganaron mas de 3 líneas de mejor agudeza visual corregida AVCC y 73.3% de los pacientes ganaron 1 o 2 líneas; de esta forma, 85.23% de los pacientes ganaron líneas de visión sobre la Agudeza Visual sin corrección AVSC, preoperatoria. A los 5 años 19.7% de los pacientes ganaron mas de 3 líneas de AVCC, y 68.2% ganaron 1 a 3 líneas; de esta forma, 87.9% de los pacientes ganaron líneas de visión sobre los valores preoperatorios.

h. Kimionis y col .reportaron en 17 ojos durante 5 años de seguimiento. Al final del quinto año se evidencio una reducción en el error del equivalente esférico de forma estadísticamente significativa (pre INTACS promedio $\pm$ SD, fue -5.54 ± 5.02 D, con rango entre -12.50 -3.63 ; a -3.02 ± 2.65 D, con rango -8.25 -1.88 ; $P<0.01$) Pre-INTACS la AVSC fue de 20/50 o peor en todos los ojos (rangos entre Cuenta Dedos hasta 20/50), mientras, que al final del seguimiento del examen, 10 (59%) de los 17 ojos tenían una AVSC de 20/50 o mejor (rango, entre Cuenta Dedos a 20/32). Seis ojos (35%) mantuvieron la misma Agudeza Visual con Corrección (AVCC) que en el preoperatorio y uno de los ojos perdió tres líneas de AVCC, mientras que el resto de los 10 ojos (59%) experimento una ganancia entre una y 8 líneas.

i. En el 2007, Mohammad y col reportaron sus resultados en 22 pacientes, con seguimiento de 6 meses en promedio. La media de edad fueron los 25.93 ± 5.29 años (rango de 19 a 39). Las agudezas visuales sin corrección AVSC, mejoro significativamente de 0.60 ± 0.311 logMAR preoperatoriamente a 0.29 logMAR 6 meses postoperatoriamente ($p<.001$). De los 30 ojos, 1 (3,3%) perdieron dos líneas de visión de AVSC y 22 (73,3%) ganaron dos o mas líneas de AVSC durante el seguimiento. El promedio de AVCC mejoro significativamente de 0.25 ± 0.166 logMAR preoperatoriamente a 0.13 ± 0.14 logMAR a los 6 meses ($p<.001$). Un ojo (3.3%) perdio una linea de AVCC, y 16 ojos (53.3%) ganaron 2 o mas líneas de AVCC.

El promedio de equivalente esferico manifesto (EE), disminuto significativamente de -6.93 ± 3.52 dioptrias preoperatoriamente a -3.23 ± 2.81 dioptrias a los 6 meses ($p=.001$). (**Tabla 9**)

Tabla N° 9. Resultados postoperatorios al sexto mes postoperatorio. Mohammad A. Zare, Intracorneal ring segment implantation for the management of keratoconus: Safety and efficacy J Cataract Refract Surg 2007

Parameter	Mean $\pm$ SD			
	1 Week	1 Month	3 Months	6 Months
UCVA (logMAR)	0.43 $\pm$ 0.26	0.36 $\pm$ 0.22	0.33 $\pm$ 0.24	0.29 $\pm$ 0.20
BSCVA (logMAR)	0.25 $\pm$ 0.18	0.21 $\pm$ 0.16	0.19 $\pm$ 0.15	0.13 $\pm$ 0.14
Sphere (D)	-1.15 $\pm$ 3.41	-1.61 $\pm$ 3.07	-1.69 $\pm$ 2.53	-1.48 $\pm$ 2.80
Cylinder (D)	-4.57 $\pm$ 1.26	-4.41 $\pm$ 1.31	-3.92 $\pm$ 1.32	-3.90 $\pm$ 1.70
SE (D)	-3.87 $\pm$ 3.34	-3.83 $\pm$ 3.26	-3.70 $\pm$ 2.76	-3.23 $\pm$ 2.81
K1 (D)	44.71 $\pm$ 3.73	44.76 $\pm$ 3.64	45.73 $\pm$ 2.91	45.58 $\pm$ 3.19
K2 (D)	49.73 $\pm$ 3.84	50.24 $\pm$ 3.81	50.26 $\pm$ 3.81	50.22 $\pm$ 4.20
K3 (D)	47.15 $\pm$ 3.62	47.48 $\pm$ 3.57	48.11 $\pm$ 2.96	47.90 $\pm$ 3.58

BSCVA = best spectacle-corrected visual acuity; K1 = minimum keratometry reading; K2 = maximum keratometry reading; K3 = mean keratometric reading; SE = spherical equivalent; UCVA = uncorrected visual acuity

En este mismo estudio la refraccion cilindrica fue de -4.65 ± 1.48 D preoperatoriamente y -3.90 ± 1.70 D 6 meses postoperatoriamente; estos cambios no fueron estadísticamente significativos ($p=0.54$). En los valores queratometricos la reduccion fue significativa en todos los casos examinados ($p<.001$); en promedio la disminucion preoperatoriamente y a los 6 meses fue de 3.13 ± 2.35 D.

- **Otras indicaciones para los INTACS, los segmentos de FERRARA y KERARING**
- **INTACS después de láser in situ keratomileusis (LASIK), o Queratectomia Fotorefractiva PRK.** Un gran número de pacientes, especialmente aquellos con altas miopías, han experimentado una regresión después del LASIK o queratectomia Fotorefractiva denominada PRK. Un tratamiento opcional es el láser de excimer, pero en los casos con alto riesgo de formación de Haze o excesiva aplanamiento corneal después del la PRK, y podría ser limitada por un adelgazamiento corneal extremo después del LASIK. Un espesor minimo de 250 o 300 micras es requerido para permitir la estabilización de la cornea y una posible ectasia. Hasta hace poco, el mejor tratamiento para la

regresión miópica fue la corrección adicional con gafas o lentes de contacto. Sin embargo muchos pacientes prefieren no usar de nuevo estos tratamientos, posterior a ser sometidos a un LASIK o una PRK, que resulta en insatisfacción.

Los segmentos intraestromales Intacs® (Addition Technology) pueden ser una alternativa. Esto debido al aplanamiento central de la cornea sin remover mas tejido, suministrando una alternativa para la corrección de la miopía residual. El primer reporte de Intacs para el tratamiento de la miopía fue en 1987 cuando la FDA (United States Food and Drug Administration) aprobó el uso de Intacs para la miopía baja entre -1.00 dioptrías (D) hasta -3.0 D. Sin embargo, los Intacs se usaron para corregir miopías hasta de -4.5 D.

En el estudio publicado por el Dr Adel Barbara en el 2004, se reporto la experiencia con 5 ojos de 4 pacientes, a los cuales se les realizo un seguimiento mínimo de 11 meses, con un promedio de 15 meses posterior al implante de INTACS®, como manejo a su regresión miópica; tres de estos ojos tenían antecedente de PRK, y dos de LASIK miópico. Se encontró una reducción en el promedio de queratometrías, reducción en el defecto miópico, sin perdida de la agudeza visual con la mejor corrección. Los datos pre y pos operatorios se observan en las tablas 10, 11 y 12

Tabla N° 10. Valores preoperatorios de UCVA (agudeza visual sin corrección), BCVA (agudeza visual con corrección), refracción, SE (equivalente esferico), y queratometrías.

Eye	UCVA	BCVA	Refraction	SE (D)	Mean Keratometry (D)
1	20/200	20/30	-2.75 -1.50 × 90	-3.50	39.25
2	20/200	20/30	-3.00 -1.50 × 60	-3.75	37.75
3	20/200	20/30	-3.25 -0.75 × 180	-3.60	40.00
4	20/600	20/100	-4.75 -1.50 × 26	-5.50	36.87
5	20/500	20/100	-3.00 -2.75 × 160	-4.40	35.50

BCVA = best corrected visual acuity; SE = spherical equivalent; UCVA = uncorrected visual acuity

Tabla N° 11. Tiempo entre el procedimiento con Láser y la implantación de los INTACS, paquimetría intraoperatoria en los 7 mm de zona óptica y el centro de la cornea, y espesor de los INTACS.

Eye	Time Between Last Laser Procedure and Intacs Implantation (Mo)	Pachymetry at 7.0 mm Optical Zone (μm)	Central Pachymetry (μm)	Intacs Thickness (mm)
1	19	535–628	417–447	0.40
2	12	602–634	424	0.40
3	46	593–606	353–373	0.40
4	48	577–663	399	0.45
5	50	562–647	400	0.45

Tabla N° 12. Valores postoperatorios, UCVA, (Agudeza visual sin corrección), BCVA (agudeza visual con corrección), refraccion, SE (equivalente esferico), y queratometrías

Eye	UCVA	BCVA	Refraction	SE (D)	Mean Keratometry (D)
1	20/23	20/23	+1.0 × 30	+0.50 D	37.25
2	20/30	20/23	+1.0 × 120	+0.50 D	35.50
3	20/30	20/30	-1.0 × 180	-0.5 D	38.00
4	20/50	20/50	-1.5 × 180	-0.75 D	32.12
5	20/50	20/50	-1.0 × 180	-0.50 D	31.87

Este y otros estudios muestran que los INTACS® son efectivos y seguros para la corrección de la miopía residual posterior al tratamiento con láser.

- **Ectasia post LASIK.** Único segmento versus doble segmento de INTACS para ectasia post Lasik

Algunos estudios recientes publicados recomiendan el uso de un solo segmento de Intacs® en la parte inferior de la cornea con ectasia post Lasik para mejorar la mejor agudeza visual corregida y la agudeza visual sin corrección.

Alio y col publicaron una serie de 3 casos con ectasia post lasik. Ellos tuvieron una disminución en la curvatura de la superficie corneal anterior y posterior afectadas por la ectasia. Estos autores reportan una significativa mejoría al aumentar la zona óptica, dando como resultado una mejoría en la agudeza visual.

Solamente un estudio compara la implantación de un único segmento versus la implantación de dos segmentos de INTACS® para el tratamiento del queratocono y de ectasia post LASIK. En este estudio, los pacientes fueron divididos en dos grupos: único segmento inferior (17 ojos de 11 pacientes), y doble segmento (20 ojos de 17 pacientes). La ectasia post lasik fue presente en 3 ojos en el grupo de

implantes con un único segmento y dos ojos en el grupo de implantes dobles. En el grupo numero uno, el promedio preoperatorio de la agudeza visual sin corrección (AVSC), fue tan malo como 20/400 que mejoro tan bien como 20/60, representando una ganancia de 9 líneas de visión, y la mejor agudeza visual corregida AVCC, mejoro de 20/40 a 20/25, representando una ganancia de 2.5 líneas de visión.

En el grupo numero dos, donde se implantaron 2 segmentos, el promedio preoperatorio de agudeza visual fue de 20/200, que mejoro tan bien como a 20/100, representando una ganancia de visión de 2.5 líneas; y la mejor agudeza visual corregida AVCC paso de 20/40-2 a un incremento de 20/40 +1 post-operatoriamente, representando una ganancia de menos una línea. De esta forma, se evidencio mejoría en la AVSC y la AVCC, en el primer grupo donde se implanto un solo segmento, comparado con el grupo donde se implanto dos segmentos.

Kymionies y col recientemente presentaron 5 años de resultados mostrando estabilidad después del implante de Intacs®, para la ectasia post Lasik. En este estudio, dos segmentos de Intacs®, se implantaron superior e inferiormente. La agudeza visual sin corrección AVSC fue de 20/100 o peor en todos los ojos; al final del seguimiento, 6 (75%) de 8 ojos tenían una AVSC, de 20/40 o mejor. Dos ojos (25%) mantenían la AVCC del preoperatorio; los otros 6 ojos (75%), tenían una ganancia de 1 o 2 líneas de visión.

- **Degeneración Marginal Pellúcida.** La degeneración marginal corneal pelúcida, es una enfermedad progresiva no inflamatoria de la periferia corneal, considerado como una ectasia, caracterizado por una banda de adelgazamiento de 1 a 2 mm de profundidad. El área de adelgazamiento esta típicamente hacia la cornea inferior, extendiéndose de 4 a 8 horas del reloj. Aunque esta enfermedad

ha sido descrita clásicamente como una entidad inferior, se han reportado casos de degeneración marginal pelúcida en la cornea superior

Esta patología puede ser diferenciada de otros desordenes caracterizados por adelgazamiento corneal tales como la degeneración marginal de Terrien, queratocono, y queratitis ulcerativa periférica. A través de un cuidados examen en la lámpara de hendidura. En esta patología corneal, el máximo adelgazamiento ocurre en el mismo punto de la protusión. Las estrías y anillo de Fleischer no se observan, como en el queratocono. Además el área adelgazada esta siempre epitelizada, clara, avascular y sin depósitos lipídicos. Los pacientes con esta forma de ectasia usualmente presentan entre su tercera y cuarta década de la vida, una disminución de la visión y astigmatismo con la regla. Se puede presentar hidrops agudo y perforación espontánea como complicaciones reportadas .

Barbara y col reportaron casos de degeneración marginal pelúcida corregida con INTACS®. Estos dos estudios encontraron que la implantación de Intacs fue efectiva para corregir la enfermedad con alteración en la cornea superior. Solamente aparece un reporte en la literatura de la implantación de un segmento de INTACS para esta patología en degeneración superior. Mulanori y col reportaron 1 año de resultados en una serie de 8 ojos con degeneración marginal pelúcida, quienes fueron tratados con inserción asimétrica de INTACS usando el método mecánico. Seis ojos (75%) tuvieron una AVCC menor de 20/25; el promedio de Equivalente Esférico postoperatorio fue de -1.52 Dioptrías $\pm$ 3.01 (SD) (rangos de -7.25 a + 1.87 D).

Eartan y Bahand trataron 9 ojos con Degeneración Marginal Pelúcida con implante de INTACS usando el láser de femtosegundo siendo la primera serie de casos reportada. Después de la inserción de los INTACS, la AVSC mejoro en todos los casos; la AVCC en un ojo permaneció sin cambios, mejorando en los 8

ojos restantes. En 5 de estos ojos, se reportó un incremento de 1.0 en la carta de agudeza de Snellen

- **Corrección de la Miopía con Segmentos Intraestromales.** Los segmentos intracorneales ICRS (del inglés Intrastromal Corneal Ring Segments o segmentos intraestromales), se han utilizado para la corrección de los defectos miópicos, antes de su uso para la corrección del queratocono. Estos segmentos son fisiológicamente bien tolerados, y realizan, como se ha descrito previamente, un aplanamiento de la cornea central, manteniendo la asfericidad corneal positiva.

Los segmentos usados en el primer estudio descrito a continuación, consisten en dos mitades de anillo, cada uno de 150 grados de arco, manufacturados en polimetil metacrilato (Pespex CQ), en un proceso similar al usado para los lentes intraoculares. Cada segmento posee una forma hexagonal, que conduce a una sección cónica; sus diámetros externos son de 8.1 mm, y su diámetro interno es de 6.8 mm, además de una variación en diferentes espesores

El estudio Multicéntrico Europeo para la valoración del uso de los ICRS, se inició en Australia, Alemania y Francia en 1996, con el objetivo de valorar los riesgos, la predictibilidad y seguridad de la corrección con los segmentos intracorneales para el tratamiento de baja y moderada miopía.

En esta primera parte del estudio, donde se reportan los resultados refractivos, se incluyeron pacientes con miopía entre -1.0 a -6.0 dioptrías, a los cuales se les implantaron segmentos de diferentes espesores, 0.25, 0.30, 0.35, 0.40 y 0.45 mm. De 163 ojos de 110 pacientes enrollados en el estudio, 159 ojos de 107 pacientes fueron implantados con ICRS; 52 pacientes recibieron implantes bilaterales. Pre-operatoriamente, la agudeza visual sin corrección AVSC, fue peor que 20/40 en el 98% de los ojos. (155/159); 12 meses post-operatoriamente, esta

fue de 20/40 o mejor en un 63% de los ojos (83/132) y 20/40 o mejor en un 96% (127/138).

Exámenes oftalmológicos en estos pacientes fueron realizados en los días 1 y 7, y en los meses 1, 3, 6, y 12 post-operatoriamente. La predictibilidad de las correcciones refractivas para cada espesor de ICRS generalmente se correlaciona con los resultados logrados. A los 12 meses del post operatorio, 90% de los ojos (124/138) estuvieron dentro de 1.00 Dioptría o fueron planos. Dos o más líneas de AVCC fueron perdidas en 6% de los ojos (8/135); todos estos 8 ojos tuvieron AVCC de 20/25 o mejor. El estudio concluye que los segmentos intracorneales son seguros, efectivos y predecibles, para la corrección de baja y moderada miopía, durante el tiempo de seguimiento.

En este mismo estudio Multicéntrico Europeo, en su parte dos, se enumeran las complicaciones, los síntomas visuales y el grado de satisfacción de los pacientes. En este informe se describe las complicaciones intraoperatorias ocurridas en el 2% de los ojos (4/163 ojos en 3 pacientes), que fueron sacados del estudio; 3 ojos presentaron una perforación superficial y uno una microperforación posterior dentro de la cámara anterior.

Los segmentos intrestromales fueron reposicionados en 4 ojos: a los 4 días, 2 semanas, 1 mes y 5 meses, respectivamente. La AVSC mejoro 2 líneas en 2 de estos ojos, 3 líneas en 1 ojo, y no se presento ningún cambio en el cuarto ojo. Infección en el canal fue observada 3 semanas después de la implantación de un segmento de 0.45 mm en un ojo, sin que se aislara ningún microorganismo. Esta infección se trato con antibióticos tópicos sin extraer el anillo, teniendo a los 12 meses una AVSC de 20/32. A los 12 meses, se reporto una buena o excelente satisfacción en un 94% de los ojos.

4.2.3.8 Segmentos intraestromales de FERRARA Y KERARRING®. La selección de los anillos KeraRing®; (Mediphacos, Belo Horizonte, Brasil) y/o segmentos de Ferrara® (Ferrara Ophthalmics) dependen de la simetría de la cornea, grado de miopía, y estado del queratocono. El espesor depende de la proporción de la refracción; un único segmento se recomienda implantar en casos con equivalentes esféricos positivos, astigmatismo mixto o hipermetrópico **¡Error! Marcador no definido. ¡Error! Marcador no definido.**

Actualmente, son comercializados diferentes modelos de anillos corneales como Anillos de Ferrara o KeraRing. . La diferencia fundamental entre los INTACS® y los Keraring® y/o Ferrara® son sus diámetros; en estos últimos el diámetro interno de 4.4. mm y externo de 5.4 mm para los segmentos de 5.0 mm de zona óptica, y 5.4mm en diámetro interno y 6.4 mm en diámetro externo, para los segmentos de 6.0 mm de zona óptica; su sección es triangular, y su base es de 600 micras, con espesores que varían entre 0.15 mm a 0.35 mm, y poseen un orificio en cada extremidad, El material con el que se fabrican es el mismo para todos PMMA (poli metil metacrilato) perpeex CQ; en los segmentos INTACS® se presentan un diámetro mayor que los segmentos de Ferrara® y Keraring®, siendo el interno de 6,8 mm y externo de 8,1 mm y su sección es hexagonal, a diferencia de la triangular en los otros segmentos.

▪ **Ventajas de la cirugía**

- **Reversibilidad:** los segmentos pueden ser removidos del estroma, y la cornea usualmente retorna los valores anteriores al implante.
- **Ajustabilidad:** los segmentos pueden ser substituidos o reposicionados para obtener mejores resultados.
- **Estabilidad:** los estudios demuestran estabilidad en el tiempo de seguimiento de los pacientes intervenidos con anillos intraestromales. **¡Error! Marcador no definido.**

- **Preservación de la integridad de la cornea:** por tratarse de una técnica de adición, se mantiene intacta la zona optica, region mas noble de la cornea, por donde pasa el eje visual
 - **Preservación de la asfericidad:** esta es una importante caracteristica optica, minimizando las aberraciones perifericas de la cornea permitiendo una mejor agudeza visual.
 - **Bajas tasas de complicaciones:** la técnica es muy segura, y las posibilidades de complicaciones son minimas, para sus buenos resultados.
 - **Bajo costo operacional:** la cirugía se realiza con anestesia local o topica como un procedimiento ambulatorio.
- **Técnica Quirúrgica para Segmentos de Ferrara y Kereraing®.** Inicialmente, los segmentos de Ferrara se implantaban por dos incisiones, **¡Error! Marcador no definido.** pero con el aumento de los casos, las complicaciones y dificultades quirúrgicas, se desarrollo una nueva técnica quirúrgica en la cual los dos anillos se implantan por una sola incisión, con la finalidad de disminuir los riesgos para el paciente como lo describe Oliveira y col. En este estudio Oliveira y coautores intervinieron 20 pacientes, con edades entre los 18 a 37 años; un total de 22 ojos fueron operados; se evidencio mejoría en la agudeza visual a partir del tercer mes en 18 ojos (81.8%) ($p < 0.001$) en relación con los valores preoperatorios (Tabla 13). En dos de estos ojos (9,1%), los valores se mantuvieron sin cambios, en cuanto a otros dos ojos (9,1%), perdieron líneas de agudeza visual a los 3 meses postoperatorios. A los 12 meses de la cirugía, (40,91%) presentaron una AV sin corrección mejor o igual a 20/40, y diez y ocho ojos presentaron agudeza visual con corrección de 20/40 o mejor,

Tabla N° 13. Estúdio de Sakuma de Oliveira Cinara y col Arq Bras Oftalmol 2004;67:509-17

N	Refração pré-operatória	AV C/C – Pré-op		Refração pós-operatória	AV C/C – Pós-op	
		Snellen	LogMAR		Snellen	LogMAR
1	-1,00 -2,00 55	20/40	0,3	+5,00 -4,50 90	20/60	0,5
2	impossível	10/400	1,6	-2,00 -3,00 80	20/60	0,5
3	-4,50	20/30	0,2	plano	20/30	0,2
4A	impossível	20/400	1,3	-7,50 -4,00 135	20/25	0,1
4B	impossível	20/200	1,0	-4,00 -3,50 75	20/30	0,2
5	-0,50 -5,00 135	20/20	0	+1,00	20/25	0,1
6	+1,00 -4,00 15	20/40	0,3	plano -1,00 90	20/20	0
7A	impossível	10/400	1,6	-6,50	20/30	0,2
7B	impossível	20/400	1,3	-5,00	20/30	0,2
8	-4,00	20/400	1,3	-1,25 -1,25 45	20/40	0,3
9	impossível	10/400	1,6	-10,50 -1,50 180	20/30	0,2
10	-2,00 -7,00 15	20/40	0,3	-0,75 -0,50 45	20/30	0,2
11	-15,00-6,00 180	20/60	0,5	-5,50 -6,00 180	20/100	0,7
12	-0,50 -0,75 120	20/30	0,2	-1,00	20/25	0,1
13	impossível	20/80	0,6	-0,50 -1,00 180	20/40	0,3
14	-1,00	20/40	0,3	+6,00	20/40	0,3
15	plano -2,50 75	20/40	0,3	+1,25 -2,75 90	20/30	0,2
16	-1,00	20/400	1,3	plano -2,00 90	20/30	0,2
17	-6,00-4,00 90	20/80	0,6	-6,00	20/60	0,5
18	-3,00 -2,50 90	20/40	0,3	-6,00 -4,00 75	20/40	0,3
19	-1,25 -2,75 45	20/60	0,5	+2,00 -2,75 75	20/40	0,3
20	-0,25 -2,75 120	20/40	0,3	+1,00	20/30	0,2

N = paciente; A e B correspondem ao olho direito e esquerdo do mesmo paciente, respectivamente; AV = acuidade visual; C/C = com correção; pré-op = pré-operatória; pós-op = pós-operatória

La técnica quirúrgica propuesta por Ferrara preveía la confección de dos incisiones, con un 80 % de espesor corneal, para el implante de dos segmentos de anillo. Estudios sobre infecciones posteriores a queratotomía radial demuestran que las incisiones inferiores son mas sujetas a infección que las superiores. Este y otros estudios sugieren por tanto, que la aparición de estas complicaciones esta directamente relacionada al mayor numero de incisiones, con aumento de la posibilidad de extrusión del segmento, incluso la posibilidad de perforaciones intraoperatorias, dificultando la cirugía.

- **Instrumental quirúrgico para implante de segmentos Keraring® y Ferrara®.** Para el implante de estos dos tipos de segmentos se requiere un instrumental quirúrgico idéntico y especial, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes: marcador de zona óptica de 3-5-7 mm, marcador de 8 incisiones, bisturí de diamante de hoja rectangular de 1 mm, pinza de conjuntiva Thorton, espátula de Suárez, pinza de McPherson recta, pinza de McPherson-Albertazzi modificada, Trefina o trepano simple derecha e izquierda, gancho de Sinskey

Figura N° 46. A. Instrumental completo para implantar los Segmentos Keraring o Ferrara®



Tomado de Anillos intraestromales.Publicacion de Rodriguez Hernandez V, Albertazzi R. Centro Oftalmológico Quilmes, Bs Aires Argentina 2005



Bisturi de diamante.



McPherson modificada



Trépanos derecha e izquierda



Marcador de zona óptica



Espatula de Suarez

- **Técnica quirúrgica. Pasó a paso.** La cirugía se desarrolla usando anestesia local con gotas de propacaina (Alcaine®)
- Se centra el eje visual y se realiza una marcación en el reflejo del brillo corneal. (Fig 47)
- Se delinea la zona óptica entre 5 y 7 mm usando marcador azul violeta, y demarcando el eje corneal con mayor curvatura. (Fig 48)
- La incisión radial se realiza con un bisturí calibrado para una profundidad del 80 % del espesor corneal en el sitio de la incisión dado por el meridiano más homogéneo en el eje mas curvo. (Fig 49)

- Se verifica luego la profundidad de la incisión y se inicia la disección del bolsillo intraestromal con la espátula de Suárez. (Fig 50)
- Se disecan mecánicamente el o los túneles con la espátula de Ferrara (Fig 51)
- Finalmente se implantan los segmentos hasta la posición final, impulsados por pinzas y ganchos rotadores especiales (Fig 52)

Los segmentos de Ferrara® y/o Keraring® pueden implantarse como segmento único, dobles simétricos y dobles asimétricos, haciendo referencia la asimetría al grosor del anillo. La indicación del tipo de anillo a implantar, así como la localización de la incisión, dependerá del nomograma a utilizar.

Todas las siguientes imágenes fotográficas, son tomadas de: L. Fabiani, O. Asis. Anillos intracorneales de Ferrara: descripción de la técnica quirúrgica, Annals d'Oftalmologia 2004;12(4):227-229

Figura N° 47. Marcación del eje visual.

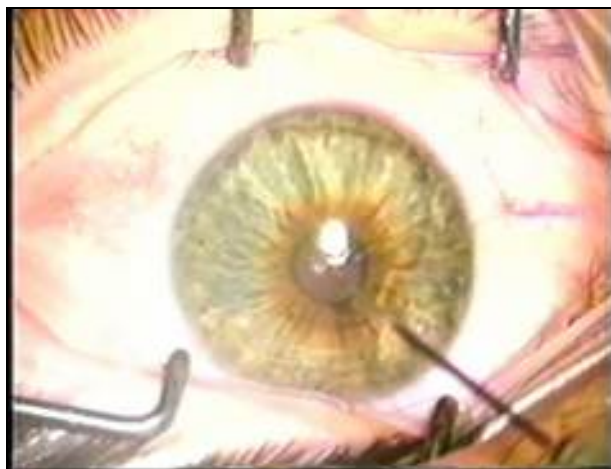


Figura N° 48. Demarcación de zonas ópticas 5 y 7 mm.



Figura N° 49. Incisión quirúrgica

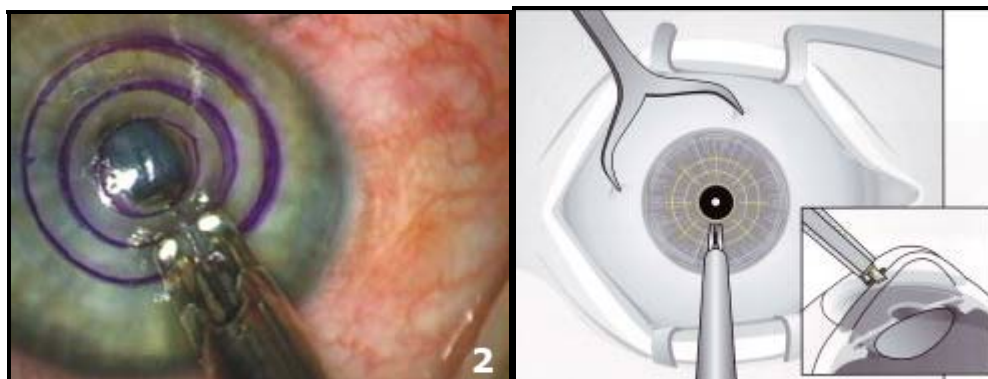


Figura N° 50. Creación del bolsillo estromal con espátula de Suarez

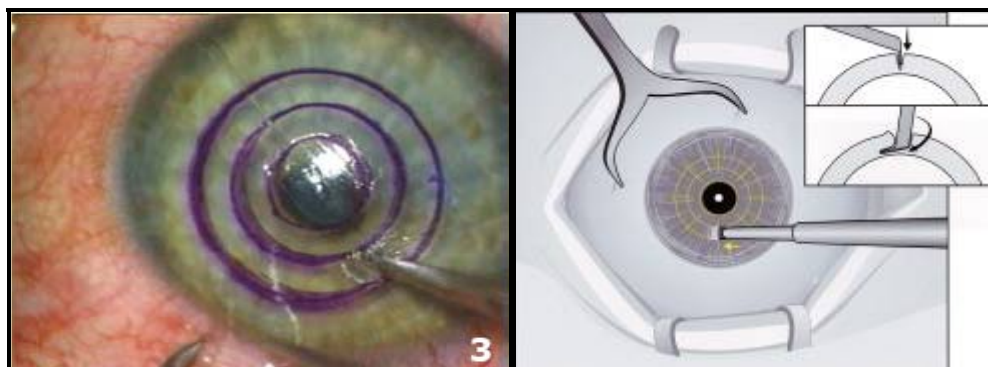


Figura N° 51. Creación de los tunes o bolsillos estromales con el trepano derecha e izquierda con la espátula de Ferrara.

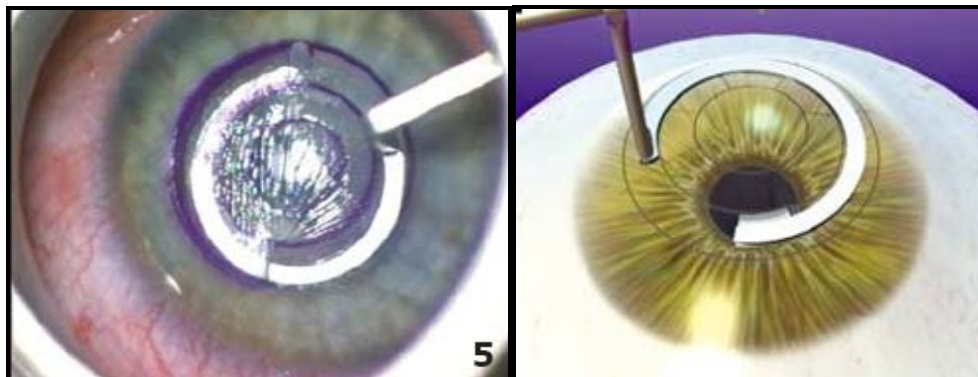


Figura N° 52. Implantación de los segmentos

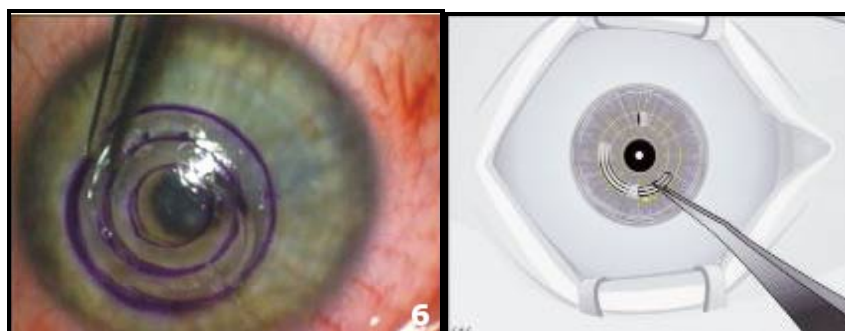


Figura N° 53. Resultado postoperatorio inmediato.



Fotografía Cortesia Consultorio Dr V. Galvis

- **Nomogramas para el implante de segmentos de Ferrara y Keraring. a.** Los nomogramas para el implante de estos dos tipos de segmentos ha venido en evolución debido al conocimiento acerca de la predictibilidad de los resultados ha crecido. Inicialmente, los cirujanos implantaban un par de segmentos simétricos en cada caso. La incisión fue siempre localizada en el meridiano mas curvo para tomar ventaja del efecto "coupling" logrado por los segmentos. En el primer nomograma, los segmentos intraestromales fueron seleccionados basados en el grado de queratocono solamente (ver tabla 14); de esta forma, la mayoría de espesores de segmentos para ojos con grado 1 de queratocono fue de 150 μm , y para los grado 4 de queratocono, 350 μm . Se presentaron casos de extrusión en ojos con grado 4 debido a que la cornea es usualmente muy delgada en estos ojos para soportar y mantener segmentos tan gruesos.

Tabla N° 14. Primer nomograma usado para implantar segmentos de Ferrara.

GRADO EVOLUTIVO	INTENCION DE CORRECCION (D)	ESPESOR
I Hasta 48 D	-4.25 A -6.00	200 micras
II 48 a 52 D	-6.25 A -8.00	250 micras
III > 52 D	-8.25 A -10.00	300 micras
IV > 60 D	-10.25 A -12.00	350 micras

Tomado de Analise de nova técnica para o implante do anle de Ferrara no ceratocone. Arq Bras Oftalmol 2004

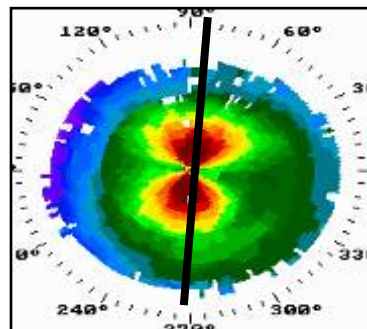
- b. En la segunda generación de nomogramas, la selección del segmento introdujo la refracción en adición a la distribución del área ectasia de la cornea. Sin embargo como el equivalente esférico incrementó, el espesor del segmento también lo hizo. A pesar de esto en muchos ojos con queratocono, la miopía y el astigmatismo no fueron causados por la ectasia si no por el incremento en la longitud axial del ojo (miopía axial). En todos estos casos, la hipercorrección fue

el resultado de implantar un segmento intraestromal grueso, cuando era indicado uno de menor espesor.

c. En la tercera generación de nomogramas, que son usados en la actualidad, la selección de los segmentos se basa en el espesor corneal, el dato de astigmatismo dado por el topógrafo (K simulada), y la distribución de el área ectasica en la cornea. Este procedimiento puede considerarse como ortopédico, y la refracción no es tan importante en este nomograma. Para los patrones simétricos de queratocono, dos segmentos iguales son seleccionados. Para conos periféricos, el tipo más común, se deben seleccionar segmentos asimétricos. Lo recomendado hoy en día, es que el segmento no debe exceder el 50% del espesor de la cornea en su trayecto por el estroma.

d. Para autores como Albertazzi, **¡Error! Marcador no definido.** se van a encontrar con 2 tipos de ectasias desde el punto de vista queratométrico: las ectasias asimétricas y excéntricas, que preferentemente son de localización inferotemporal en los queratoconos; y las ectasias de predominio central. En estas últimas se debe individualizar el eje más curvo de la topografía para realizar la incisión, de tal modo que los segmentos queden a cada lado, colocando segmentos del mismo grosor. (Fig 54)

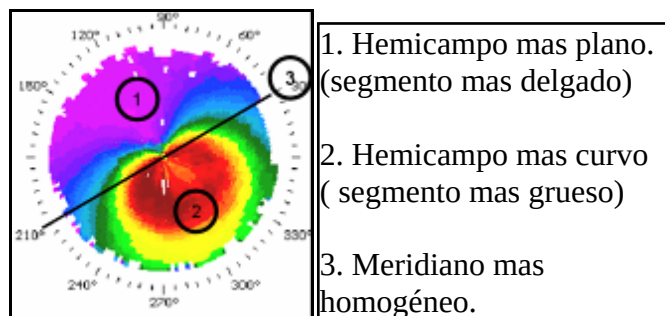
Figura 54. Ectasia simétrica. La línea negra marca el eje mas curvo



Tomado de Albertazzi Bucaramanga 2005

Mientras que en los casos de ectasias excéntricas y asimétricas, la incisión se debe realizar en el meridiano más homogéneo para implantar uno o dos segmentos dependiendo de cada caso. Cuando la ectasia tenga más de dos tercios de su extensión debajo del meridiano, se recomienda implantar un solo anillo, mientras que si la ectasia es asimétrica pero hay menos de dos tercios, entonces se recomienda implantar dos anillos de diferentes grosores siendo el inferior el de mayor grosor **¡Error! Marcador no definido.** (Fig 55)

Figura 55. Ectasias asimétricas.



Tomado de Albertazzi. Bucaramanga 2005

NOMOGRAMAS DISPONIBLES

NOMOGRAMAS DE ALBERTAZZI

Tabla N° 15. Nomograma para ectasias Simétricas

A S T I G M A T I S M O	1 / 2	100 / 100				
	3 / 4	100 / 100				
	0	0	-2/-3	-4/-5	-6/-8	-9/-10
	0		150 / 150	200 / 200	250 / 250	300 / 300
	-2	100 / 100	150 / 150	200 / 200	250 / 250	300 / 300
	-3	150 / 150	200 / 200	250 / 250	300 / 300	350 / 350
	-4	200 / 200	200 / 200	250 / 250	300 / 300	350 / 350
	-5	200 / 200	250 / 250	300 / 300	350 / 350	350 / 350
	-6	250 / 250	250 / 250	300 / 300	350 / 350	350 / 350
	MIOPIA					

Dr Albertazzi 2005

Tabla 16. Nomograma para ectasias Asimetricas. Dr Albertazzi 2005

Normograma para la colocacion de segmentos asimetricos en Ectasias inferotemporales (Albertazzi)												
Valores de Astigmatismo (dioptrias)	-6	----- 250	150 250	150 250	200 300	200 300	250 350	250 350	300 [□] 350	300 [□] 350	350 [□] 350	350 [□] 350
	-5	----- 200	150 250	150 250	200 300	200 300	250 350	250 350	300 350	300 350	350 [□] 350	350 [□] 350
	-4	----- 150	150 250	150 250	200 300	200 300	250 350	250 350	300 350	300 350	350 [□] 350	350 [□] 350
	-3	----- 150	150 200	150 250	200 250	200 250	250 300	250 300	300 350	300 350	350 350	350 [□] 350
	-2	----- 150	150 150	150 200	200 200	200 250	250 250	250 300	300 300	300 350	350 350	350 350
	0	----- -----	----- 150	----- 150	150 200	150 200	200 250	200 250	250 300	250 300	300 350	300 350
	0	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-12	
	Valores de Miopia (dioptrias)											
	•Valores expresados en micrones •El valor superior corresponde al segmento del hemicampo mas plano,frio o elevado •El valor inferior al segmento del hemicampo mas curvo,caliente o deprimido •La incision debera hacerse siempre en el meridiano mas homogeneo •□ Quedaran posiblemente hipocorregidos											

e. En la actualidad existe la posibilidad de realizar el calculo de los segmentos de Ferrara a través de su pagina web <http://www.ferrararing.com.br> en la cual de una

forma fácil y segura, posterior a registrarse se puede obtener el calculo de los segmentos de acuerdo a la información de cada caso. **Tabla 17.**

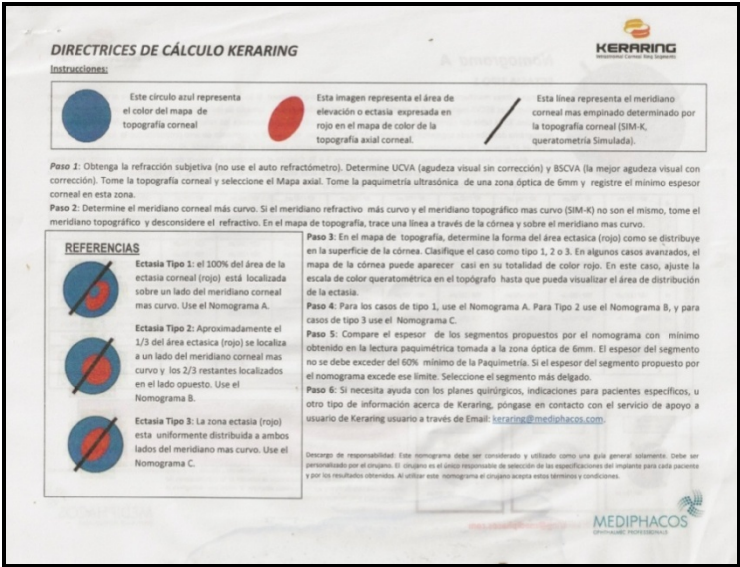
Tabla N° 17. Nomograma para segmentos de Ferrara. SE. Equivalente Esferico.

S.E.	0/100	25/75	33/66	50/50
				
	All ectasia is limited to one half of the cornea.	75% of the ectasia in one half of the cornea and 25% situated in the other half.	Two thirds of the ectatic area in one half of the cornea and one third in the other half.	The ectasia is distributed evenly in both corneal halves.
>-10 D	25/35	25/35	30/35	35/35
-8 to -10 D	20/30	20/30	25/30	30/30
-6 to -8 D	15/25	15/25	20/25	25/25
-2 to -6 D	0/20	0/20	15/20	20/20
<-2 D	0/15	0/15	15/15	15/15

www.ferrararing.com.br

f. El nomograma actual recomendado por la casa fabricante Mediphacos Brasil para los segmentos Keraring esta dividido para tres tipos de ectasias (Fig 56). La ectasia tipo uno, donde el 100% de la ectasia (color rojo) se localiza en el lado del meridiano mas curvo, recomendando usar el nomograma A, (Fig 57). La ectasia tipo 2, donde 1/3 del area ectasica se localiza a un lado del meridiano mas curvo y los 2/3 restantes de la ectasia (color rojo) se localizan en el lado mas curvo, recomendando usar nomograma B, (Fig 58). La ectasia tipo 3, donde la zona ectasica (color rojo) esta uniformemente distribuida a ambos lados del meridiano mas curvo, recomendano usar nomograma C, (Fig 59). A continuación están detallados los tres nomogramas, con sus diferentes longitudes de arco y espesores para cada caso, esferas y cilindros refractivo o topográfico según el caso.

Figura N° 56. Diferentes tipos de ectasia, tipos 1, 2 y 3.



Mediphacos Brasil

Figura N° 57. Nomograma tipo A, para ectasias tipo 1.

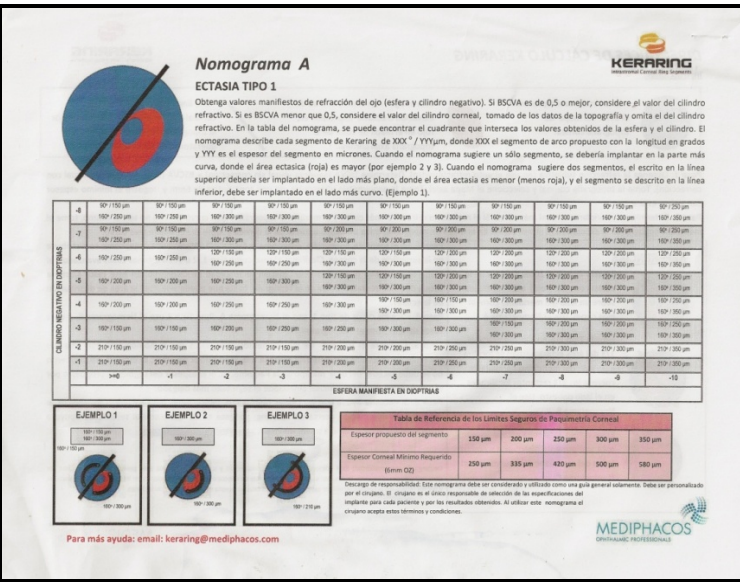
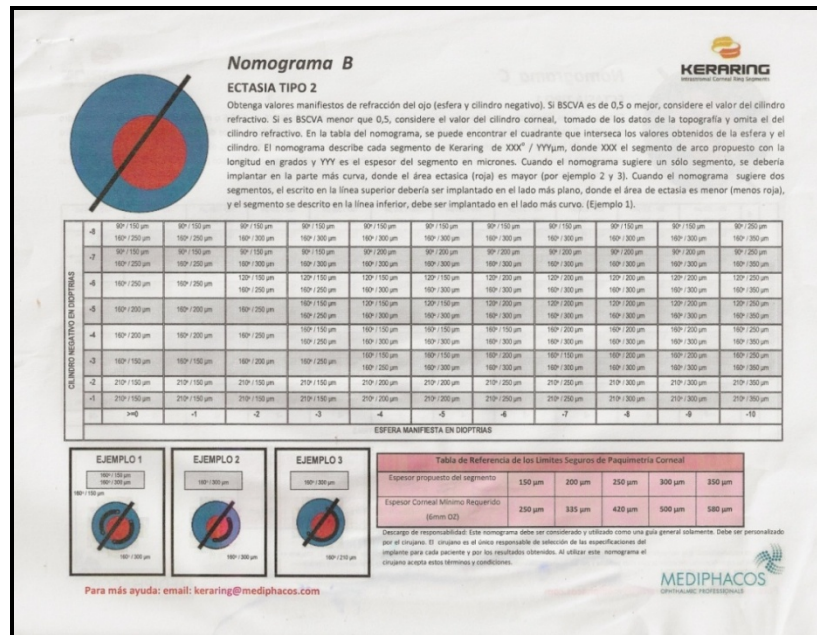
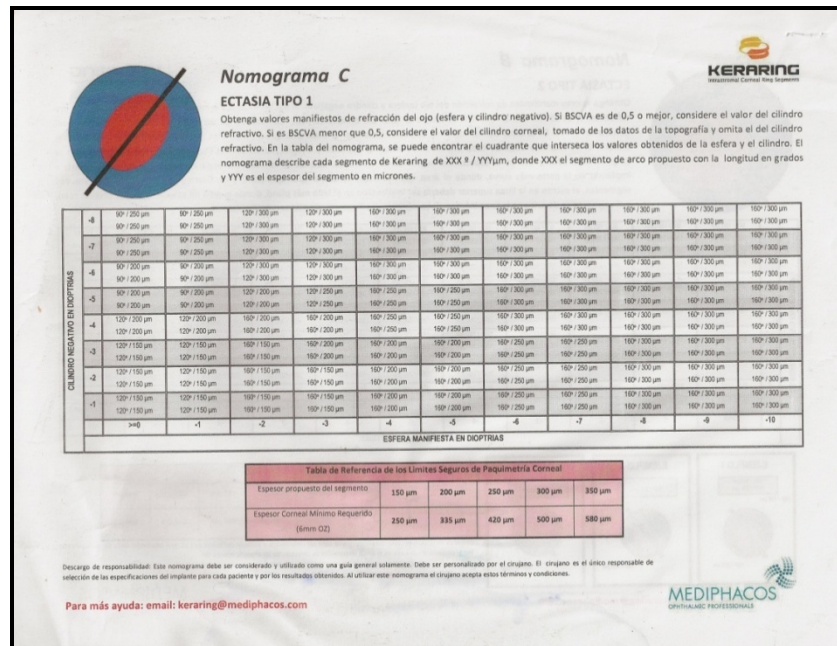


Figura N° 58. Nomograma tipo B para ectasias tipo 2.



Mediphacos Brasil

Figura N° 59. Nomograma C, para ectasia tipo 3.



Mediphacos Brasil

Para este tipo de ectasia simétricas, denominadas tipo 3, se utilizan diferentes longitudes de arco, dependiendo el grado de astigmatismo; para cilindros altos por encima de 5 dioptrías, se recomiendan segmentos en la parte más plana de 90 grados, cuando se asocian a defectos miopicos hasta de una dioptría. De 120 grados de arco con miopías de 2 a 3 D y cilindro hasta 4 D, y por encima de estos valores usar segmentos de 160 grados de arco. Para mayor información se puede acudir a la dirección electrónica: keraring@mediphacos.com.

- **Estudios y resultados con los Segmentos de FERRARA y KERARING.**

Ferrara y col fue uno de los primeros en sugerir el implante de segmentos de anillos de PMMA para la corrección del queratocono y el astigmatismo irregular. En su estudio inicial, el reporto el uso de segmentos de Ferrara para corregir la alta miopía (<de 20 D), astigmatismo miópico regular e irregular causados por queratocono. En este estudio se reporto una significativa reducción en el equivalente esférico (de -10.20 ± 5.98 D hasta -2.02 ± 2.02 D) y cilindro (de -4.09 ± 2.42 D hasta -1.89 ± 1.31 D).

En uno de los estudios iniciales, tras el implante de segmentos intraestromales de Ferrara, publicado en el 2002, se analizaron los resultados de los primeros diez pacientes con queratocono, los cuales presentaban intolerancia a los lentes de contacto, y agudezas visuales peores que 20/100; los criterios de exclusión fueron los pacientes que presentaban leucomas centrales posteriores a hidrops, enfermedades sistémicas como la diabetes y problemas del colágeno. Todos estos pacientes firmaron un consentimiento informado, estando consientes de la técnica experimental a la que se sometían. Los implantes variaban en su espesor entre 100 a 350 micras dependiendo del grado del queratocono (Tabla 18), realizándose dos orificios o incisiones corneales. Cada segmento poseía 150 grados de arco, con diámetro de 5 milímetros, presentando una sección triangular, cuya base era constante para todos los espesores.

Tabla N° 18. Datos preoperatorios del estudio inicial de Ferrara

Tabela 1. Acuidade Visual (LogMAR) com e sem correção e refração pré-operatórias dos dez pacientes estudados			
Paciente	AV sem correção	Refração	AV com correção
1	OE - 1,3	+2,00 - 5,50 95°	0,3
2*	OE - 1,9	xxxx	xxxx
3	OE - 1,9	-9,00	1,0
4	OD - 1,0	-3,50 - 2,50 170°	0,5
5	OD - 0,7	PL - 2,50 75°	0,3
6	OD - 0,7	-7,00 - 2,50 90°	0,3
7	OD - 1,9	-4,50 - 4,00 90°	1,0
8	OD - 1,9	-4,00 - 1,00 40°	1,0
9	OD - 1,9	-7,50 - 6,00 30°	1,3
10	OD - 0,7	-3,00 - 5,50 45°	0,6

* paciente com S. de Down.

Tomado de Arc. Bras Oftalmol 2002.

A todos los pacientes se les realizaron preoperatoriamente refracción, examen oftalmológico completo, topografía corneal (EyeSys) y paquimetrías. Se realizó equivalencias en las medidas de agudeza visual entre las escalas de Snellen y LogMAR, para la comparación pre y post operatoria. A todos se les realizó la misma técnica quirúrgica, y se implantaron dos segmentos a una profundidad del 80%. En el postoperatorio se recomendó un colirio con asociación entre dexametasona 0.1% y tobramicina 0.3% por varias semanas. Las valoraciones postoperatorias se realizaron en los días 1, 3, 7 y 15, y al primer, segundo y tercer mes.

Los resultados finales y sus complicaciones incluyen dos casos de micro perforación en el momento de la incisión, un caso de extrusión de un segmento y cuatro casos de desplazamiento de uno o ambos segmentos. La AVSC mejoro desde el primer día de la cirugía desde 0.667 ± 0.447 (n=9), hasta AVSC de 0.562 ± 0.272 ; 5 de esos pacientes lograron AVCC de 0.5 o mejor en unidades LogMAR. Este estudio mostró entonces una mejoría en la agudeza visual, refracción y topografía en relación a los valores preoperatorios. **¡Error! Marcador no definido.**

En el 2002, Siganos y col. **¡Error! Marcador no definido.** desarrollaron un estudio prospectivo para evaluar la eficacia de los segmentos intraestromales de Ferrara®

para la corrección del queratocono. En 24 de 26 ojos, se redujo el astigmatismo y la corrección esférica. El promedio de AVSC mejoro de 0.07 ± 0.08 preoperatoriamente a 0.30 ± 0.21 después de los 6 meses, y el promedio de AVCC, de 0.37 ± 0.25 preoperatoriamente a 0.60 ± 0.17 , respectivamente.

En la serie de Kwitko y Severo **¡Error! Marcador no definido.** incluyeron ojos con queratocono, 44 ojos (86.%), presentaron mejoría en la AVSC y AVCC. Postoperatoriamente el astigmatismo topográfico, EE (equivalente esférico) y el cilindro refractivo fueron mejor en los ojos con queratocono central que en ojos con queratocono inferior.

En el reporte de Shabayek M col, donde se intervinieron 21 ojos de 16 pacientes con segmentos Keraring® y diagnostico de queratocono en diferentes estadios clínicos, usando el fentosecond laser (IntraLase), encontraron una mejoría estadísticamente significativa en la AVSC de 0,006 a 0,3 ($P < 0,0001$), y una AVCC de 0,54 a 0,71 ($P < 0,0003$), disminución del equivalente esférico en 2,28 D y el promedio queratometrico en 2,24 D. ($P < 0,001$). Durante un tiempo de seguimiento de 6 meses, también evaluaron el cambio en las aberraciones de alto orden (HOA), encontrando que hasta un 60 % tenían una reduccion de estas, debido principalmente a una disminución en el coma, mientras que la aberración esférica no mostro una reducción significativa. Finalmente concluyen que el implante de segmentos Keraring® para el tratamiento del queratocono es un método efectivo para el manejo de esta enfermedad con reducción de las aberraciones de alto orden en ojos con aberración coma $> 3,0 \mu\text{m}$.

En el último y mas reciente reporte de resultados con segmentos de Ferrara®, a cinco años de segumiento, después de evaluar a treinta y cinco ojos de veinte ocho pacientes, los promedios en la Agudeza Visual no corregida en distancia mejoraron de 015 preoperatoriamente a 0.31 logMAR postoperatoriamente, y lo promedios de Agudeza Visual Corregida en Distancia, de 0.41 pasaron a 0.62

logMAR, con incremento estadísticamente significativo ($P = .003$, y $P = .002$) respectivamente. Las topografías corneales demostraron aplanamiento en todos los casos. El promedio de las queratometrias menores disminuyó de 48.99 dioptrías preoperatoriamente a 44.45 D postoperatoriamente, y el promedio de las queratometrias mayores pasó de 54.07 D a 48.09 D respectivamente, resultando estadísticamente significativos estos resultados ($P = .000$).**¡Error! Marcador no definido.**

4.2.3.9 Efectos secundarios y complicaciones del implante de segmentos intraestromales.

- **Síntomas y signos más frecuentes reportados.** El síntoma más frecuente en el postoperatorio inmediato es una leve sensación de cuerpo extraño, que es bien controlada con medicación. Síntomas visuales subjetivos como el “glare”, halos y oscilación de la agudeza visual son relatados por al menos un 60% de los pacientes. Los síntomas más frecuentes relatados en la literatura son halos (22,4%), dificultad nocturna (16,8%) y “glare” (13,1%), siendo relacionados al tamaño de la pupila.. Estudios relatan que después de los doce meses de la cirugía, los síntomas más reportados y clasificados por los pacientes como moderados fueron: fluctuación de la visión (9%), imágenes dobles (6%), halos (5%) y dificultades con la visión nocturna (5%).

En el examen bajo lámpara de hendidura en el primer día postoperatorio, se puede observar una pequeña opacidad local en el sitio de la incisión; hacia los siete días este edema se reduce y la incisión se encuentra epitelizada. Estudios realizados por la FDA durante las fases II y III con INTACS verifican que al final de la primera semana, el defecto epitelial de la incisión presenta cicatrización en un 96% de 448 operados **¡Error! Marcador no definido.**

- **Complicaciones de la cirugía de segmentos intraestromales.** La técnica mecánica tradicional de la creación de los túneles puede conducir a complicaciones incluyendo defectos epiteliales en el sitio de la queratotomía, perforaciones anteriores o posteriores durante la creación del canal; extensión de la incisión hacia el eje visual o hacia el limbo; colocación desigual o descentrada a lo planeado en los segmentos intraestromales; queratitis infecciosas con la introducción de células epiteliales en el canal durante la disección de los canales; colocación asimétrica; persistencia de la incisión abierta; descentración, adelgazamiento estromal, edema estromal alrededor de la incisión quirúrgica y el túnel por manipulación. **¡Error! Marcador no definido.**

- **Queratitis post implantes de Segmentos Intraestromales.** Los reportes de queratitis infecciosa posterior al implante segmentos intracorneales son infrecuentes, pero sus efectos y complicaciones podrían ser severos. Se estima que la probabilidad de queratitis en estos casos es menor al 1 % **¡Error! Marcador no definido. ¡Error! Marcador no definido.**

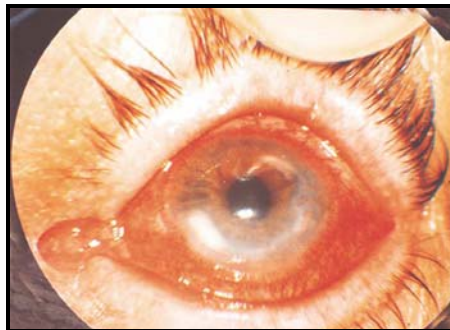
Revisiones de casos de queratitis seguidos de la implantación de segmentos intraestromales Ferrara o Intacs buscando los factores de riesgos, curso clínico y resultados posteriores, como el reportado por Ana L Hofling y col en el 2004 donde en siete ojos de siete pacientes (5 hombres y 2 mujeres), encuentran que la diabetes, el uso de lentes de contacto y el trauma fueron los posibles factores de riesgo en tres de esos pacientes y el resto no presentó factores de riesgo. El inicio del cuadro infeccioso en la primera semana se presentó en dos casos; durante la segunda y cuarta semana en dos casos, y los restantes tres casos de infección se observaron posteriores al segundo mes. En la infecciones tempranas las bacterias aisladas fueron el *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus viridans* y *Pseudomonas* sp. Posterior a la semana dos a cuatro del postoperatorio, se identificaron *Streptococcus pneumoniae* y *Nocardia*. Los organismos aislados

posterior al segundo mes del postoperatorio fueron *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella* sp, y *Paecylomices* sp correspondientes a un 38% de las infecciones.

En dos de estos pacientes se requirió de queratoplastia penetrante para controlar la infección y en los cinco restantes se practico explante de los segmentos. El inicio de los síntomas de infección vario desde menos de una semana hasta 22 meses postoperatoriamente, dependiendo del organismo causal.

Shehadeh R. y col reportan el caso de un paciente con ectasia post Lasik al cual posterior al implante de dos segmentos intraestromales Intacs®, presento una infiltración estromal que requirió el explante de los segmentos, sin encontrar en el cultivo corneal resultados positivos. (Fig 60) Este paciente requirió manejo antibiótico tópico y sistémico con varios antibióticos, como cefalosporinas fortificadas, vancomicina y gentamicina, durante varias semanas. Al final se resolvió el cuadro infeccioso sin compromiso de su agudeza visual.

Figura N° 60 Fotografía que ilustra un paciente con queratitis bacteriana secundaria al implante de segmentos intracorneales.

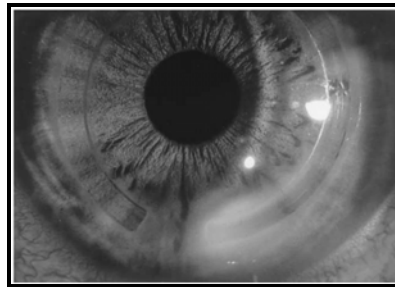


Tomada de Keratitis after implantation of intrastromal corneal ring segments J Cataract Refract Surg 2004; 30:1802–1804

Otros reportes de queratitis se han descrito en la literatura medica; Tristan Bourcier y col en el 2003, encontraron queratitis bacteriana que se produjo 3 meses postoperatorios, dando un cultivo positivo para *Clostridium perfringens* y

Estafilococo epidermidis. Esta queratitis se resolvió después del explante y tratamiento con antibióticos tópicos fortificados (gentamicina, vancomicina y ticarcilina) hospitalariamente. Finalmente se observó un pequeño leucoma en el canal, sin que la AVCC se alterara de 20/20. (Fig 61).

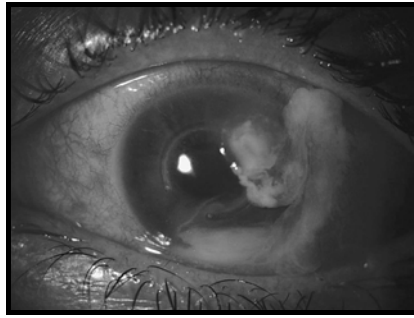
Figura N° 61 Fotografía de paciente con queratitis bacteriana.



Tomado de Tristan Bourcier, J Cataract Refract Surg 2003 29:407–409

Reportes de casos con queratitis posterior al implante de segmentos intraestromales como el reportado por Galvis y col donde se presenta una paciente con antecedente de uso de lentes de contacto por mas de 30 años, antecedentes de blafaroplastias superiores y ojo seco, la cual presento 4 meses posterior al implante de dos segmentos intraestromales, una queratitis severa, que requirio el explante de los segmentos y un agresivo esquema de tratamiento antibiotico tópico y sistémico (Fig 62). El cultivo reportó la presencia de Estafilococo aureus cuagulasa positiva, el cual respondio adecuadamente al tratamiento realizado. Tres meses después se evidencio un mínimo leucoma residual y una AV corregida de 20/60.

Figura N° 62 Fotografía de paciente con Queratitis bacteriana. Observese la marcada secreción purulenta.



Tomado de Galvis V, Tello A, y col. .Cornea. 2007 Dec;26 (10):1282-4

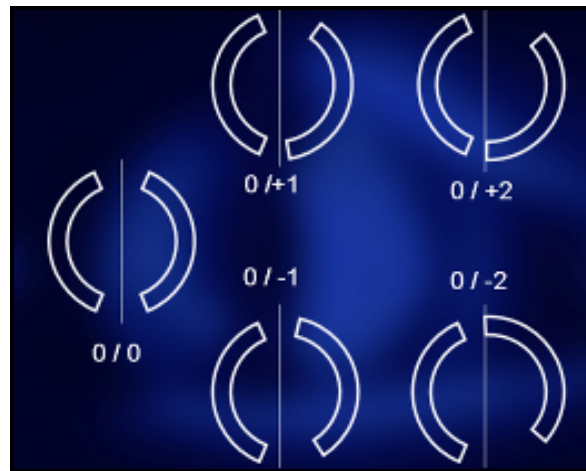
El estudio multicentrico Europeo reporta un solo caso de infección del canal en 159 ojos posterior a la implantación de Intacs®; esta infección se presento 3 semanas después de la cirugía, sin reconocimiento microbiológico de la bacteria implicada, pero con respuesta adecuada al tratamiento antibiótico sin requerir explantación del segmento. **¡Error! Marcador no definido.**

Existen en la literatura escasos reportes de queratitis asepticas o esteriles, como el reportado por James McAlister y col en el 2006, donde en un paciente con queratocono y blefaroconjuntivitis atópica posterior al implante de segmentos de Ferrara, presento 3 semanas postoperatorias densos infiltrados alrededor de los segmentos y formación de depósitos, sin otros hallazgos en el segmento anterior, además de referir marcada fotofobia, epifora y dolor. Al realizar el diagnostico presuntivo de queratitis, los segmentos se explantaron, y se cultivaron las muestras sin resultados positivos en el tiempo. No se presentaron cambios en la agudeza visual al final en este caso.

Otros reportes de pacientes intervenidos con Intacs®, reportan perforación de cámara anterior en el 5%, exposición del segmento secundario a adelgazamiento entre 3 y 6 meses postoperatorios (30%), y el infiltrado corneal (5%) a los 7 meses. **¡Error! Marcador no definido.**

- **Migración de los segmentos.** Entre las complicaciones descritas además figuran migración (Fig 63) de los segmentos, rotación y extrusión. Exudados en el túnel, que pueden ser estériles o infecciosos. En algunos casos puede haber un aumento de la miopía tras el implante.

Figura N° 63. Clasificación de las migraciones



Tomado de www.dralbertazzi.com

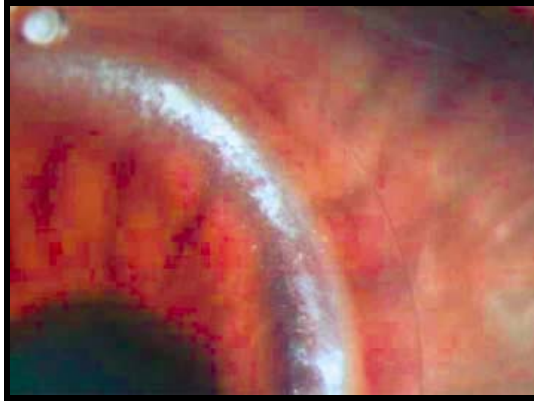
- **Depósitos en el canal.** Se pueden observar depósitos en el túnel (Fig 64), que no suelen tener significación patológica. En otros reportes con casuística mayor que el actual estudio, se presentan tasas de extrusión del 3.7 % y hasta 65 % de presencia de depósitos intracorneales

Figura N° 64. Depósitos en el canal, en el borde interno observado hasta en un 60% de los casos.



Tomado de Valdez J y col Revista Mex de Oftalmo Agosto 2007

Figura N° 65. Depositos en el canal al 3 er mes POP

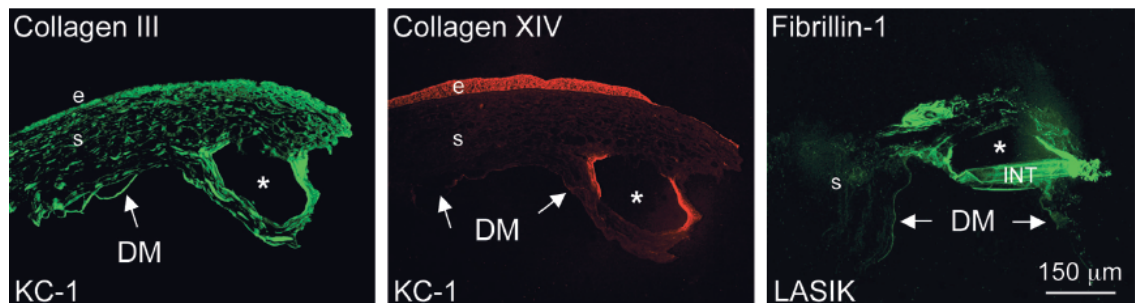


Tomado de Oliveira C. Moreira H. Arq Bras Oftalmol 2004;

- **Hipocorrección.** Después de la implantación de 2 segmentos, la forma de la cornea puede permanecer asimétrica. En estos casos, un ajuste podría ser considerado con un segmento más grueso. Si la forma de la cornea ha mejorado pero el paciente tiene algún grado de miopía, los lentes faquicos podrían ser implantados. En la mayoría de los casos la cámara anterior es óptima para estos lentes.
- **Hipercorrección.** Cuando se produce una hipercorrección el paciente podría llegar a tener hipermetropía, y el cambio por segmentos más delgados podría tenerse en cuenta. Si la cirugía produce un incremento en la asimetría de la cornea (una cornea superior también plana) con incremento en el astigmatismo, el segmento superior podría ser removido **¡Error! Marcador no definido.**
- **Alteraciones Inmunohistoquímicas.** En corneas evaluadas de pacientes que fueron intervenidos previamente con INTACS por queratocono y queratectasia, posterior a queratoplastia penetrante y estudio de este botón corneal, han reportado componentes de la Matrix Extracelular típicamente asociados con fibrosis; entre estos se incluyen tenascina-C, fibrilina-1, y colágeno tipo III, IV y XIV. Depósitos significativos de perlacan, nidogen-2, y fibronectina

celular. En los tres casos estudiados en este reporte científico, fueron encontrados queratocitos alrededor de los segmentos dando positivo para proteínas específicas asociadas con remodelamiento estromal y lisis de la matriz extracelular, como catapepsinas F y H, metaloproteinasas MMP 1, 3 y 10, y otras serie de proteínas; sin embargo estos cambios específicos pueden estar relacionados a la misma enfermedad de base, el queratócono. (Fig 66)

Figura N° 66. Alta magnificación de corneas patológicas con tinción para algunos componentes de la MEC-matrix extracelular-. Canales de Intacs -200 micras, con bordes irregulares y depositos de proteínas alrededor (collagenos tipo III, XIV y fibrilina-1). En la imagen post LASIK se observa un remanente de INTACS (INT). e, epitelio; s, Estroma; flechas Membrana de Descemet (**DM**). Los canales son marcados con asteriscos *. **KC** Queratocono. Tomado de Rabinowitz y col. Cornea 2008 27 number 5



5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 TIPO DE ESTUDIO

Se realizó un estudio descriptivo de reporte de casos clínicos, con recolección retrospectiva.

5.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO

Estuvo constituida por pacientes que consultaron al Centro Oftalmológico Virgilio Galvis por disminución de la agudeza visual o intolerancia a los lentes de contacto, a quienes se les diagnosticó Queratocono correspondiente a grados de 1 a 3 según la clasificación de Krumeich, **¡Error! Marcador no definido.** en el período comprendido entre agosto de 2005 y diciembre de 2006. Como criterios de inclusión se determinó la agudeza visual disminuida o la baja calidad de visión con corrección óptica, la ausencia de leucomas corneales centrales, poca o ninguna tolerancia a los lentes de contacto, topografía con ápice del cono menor a 65 dioptrías, paquimetrías alrededor del cono o en el sitio de la incisión mayor a 400 micras, y a nivel central mayor de 350 micras, a quienes se les implantó anillos intraestromales KERARING® (Mediphacos Brasil).

Como criterios de exclusión, y contraindicación para la realización del implante de los anillos intraestromales Keraring, se determinó una alta expectativa de emetropía luego de la intervención quirúrgica, conjuntivitis alérgica no controlada, frecuente frotamiento de ojos, antecedente de procedimientos quirúrgicos y/o refractivos previos, como Lasik o Queratoplastia Penetrante, y la presencia de otras patologías oculares como glaucoma y catarata.

5.3 VARIABLES DEL ESTUDIO

La caracterización de la población de estudio se realizó teniendo en cuenta las variables edad, sexo, agudeza visual con y sin corrección medida con la cartilla de Snellen y reportada en escala logMAR; hallazgos topográficos: valores queratométricos medidos mediante queratómetro Topcon OM-4 y el Topógrafo Orbscan IIz (Bausch & Lomb), profundidad de la cámara anterior y paquimetría medidas con el topógrafo Orbscan II (Bausch & Lomb); resultados refractivos: poder dióptrico esférico y poder dióptrico cilíndrico, obtenidos mediante refracción con foropter marca Topcon®; equivalente esférico el cual sirve para llevar el círculo de menor difusión a la retina y mejorar la A.V. obtenido mediante la fórmula $E.E. = (\text{esfera}) + (1/2 \text{ del cilindro})$. Las complicaciones clínicas también fueron evaluadas por el equipo investigador. En el anexo **xx** se presenta el formato de recolección de información.

5.4 PROCEDIMIENTOS

Se realizó revisión de los reportes de cirugía e historias clínicas de los pacientes a quienes se les practicó implantación de anillos intracorneales en el período comprendido entre agosto de 2005 y Diciembre de 2006. A los pacientes incluidos en el presente estudio se les practicó una valoración oftalmológica para descartar otras enfermedades oculares y realizar la clasificación del queratocono; asimismo, se les practicó una valoración pre-quirúrgica y valoraciones postoperatorias de seguimiento de las variables de interés, en las cuales se realizó y se registro toma de la agudeza visual sin corrección de lejos (AVSC) y la mejor agudeza visual con corrección de lejos (AVCC) aplicando la cartilla de Snellen, usando el proyector de optotipos de marca Topcon®, queratometría manual con queratometro Topcon® y Queratometrías topográficas con el Topógrafo de elevacion Orbscan IIz (Bausch

& Lomb); las paquimetrías central y periféricas también fueron tomadas con el mismo topógrafo de elevación Orbscan II.

A cada paciente se le diligenció un reporte quirúrgico donde quedaron registrados los siguientes datos: fecha de la cirugía, edad, sexo y ojo intervenido del paciente, la longitud, la profundidad y el eje de la incisión, la altura, la base y la longitud de arco de cada segmento implantado y su posición en el ojo (nasal, temporal, superior o inferior). Se consignaron las posibles complicaciones quirúrgicas, el tiempo total de la cirugía y el cirujano, que en todos los casos fue el Dr. Virgilio Galvis. En el anexo **xx** se muestra el formato del reporte quirúrgico.

Las cirugías se realizaron en el área quirúrgica de la Fundación Oftalmológica de Santander FOS, en todos los casos. Previa asepsia del área palpebral y peri orbitaria con Iodopovidona al 10 %, y Iodopovidona gotas oftálmicas al 5 % en fondos de saco, y tras aplicación de anestesia local con gotas de Alcaine® Alcon (Clorhidrato de proparacaína 0.5 %); se procedió luego a realizar centramiento de el eje visual pidiéndole al paciente que mirara fijamente la luz del microscopio quirurgico para así realizar la demarcación en el reflejo del brillo corneal central con marcador azul.

Consecutivamente se delinee la zona óptica entre 5 y 7 mm usando para ello una pieza quirúrgica con círculos concéntricos. La diferencia de los radios de estos dos círculos es igual al ancho de los segmentos Keraring® y por lo tanto el area entre ellos corresponde a la posición deseada de los canales de inserción de los anillos; para la demarcación se utilizo marcador azul violeta, para luego localizar y pintar con otro instrumento el eje corneal con mayor curvatura según nomogramas del Dr Albertazzi **¡Error! Marcador no definido.**

La incisión radial se realizo con el bisturí de diamante calibrado para una profundidad del 75 a 80 % del espesor corneal proporcionado por la medición paquimétrica del topógrafo corneal Orbscan II (Bausch & Lomb); esta incisión se

realizo a nivel del meridiano más homogéneo que correspondía casi siempre a el eje mas curvo que reportaba la imagen topográfica, según el nomograma del Dr Albertazzi. **¡Error! Marcador no definido.**

En todos los casos se verifico manualmente la profundidad de la incisión con un instrumento similar a un gancho rotador de Sinskey, y posterior a evidenciar que no existía perforación o salida de humor acuoso, y en la profundidad de la insicion se inició la sección del bolsillo intraestromal con la espátula de Suárez hacia el lado derecho y luego hacia el lado izquierdo, en el caso de que fueran implantados dos segmentos, o hacia un solo lado, en el caso de que se implantara un solo segmento. Posteriormente se realizó disección manual de los túneles con un instrumento metalico arcuato (espátula de Ferrara), realizando cuidadosomante con este instrumento una fuerza centrifuga dentro del estroma corneal tratando de seguir las líneas de demarcación previamente realizadas con color azul violeta a nivel del epitelio, primero hacia el lado derecho y/o izquierdo dependiendo del caso, creando uno o dos bolsillos estromales profundos y simetricos. En ninguno de los casos se presento perforación o penetración a la cámara anterior con esta maniobra. No se uso ningún tipo de vacio para la creación de los canales.

Finalmente se implantaron los segmentos intraestromales KeraRing® (Mediphacos Belorizante Brasil Material: PMMA: Produção certificada de acordo com as normas ISO-9001, ISO-13485, marcação CE e BPFC Anvisa), que en todos los casos tenían un espesor base de 600 micras, y una longitud de arco de 160 grados, hasta su posición final, impulsados por pinzas y ganchos rotadores especiales tipo Sinskey. Se verificaba el centramiento con el eje visual, y la distancia del segmento con la incisión quirúrgica; no se usaron lentes de contacto terapéuticos en ningún caso. Se aplico una gota de antibiótico tipo quinolona de cuarta generación como la Moxifloxacina, y se procedió a ocluir el ojo intervenido en todos los casos.

Se presentó una micro perforación en uno de los primeros casos intervenidos, la cual se suturo con Nylon 10/0, y se realizó una nueva incisión a 180 grados de la primera, pudiendo implantar los segmentos en el mismo acto quirúrgico.

El tratamiento postoperatorio incluyó en todos los pacientes un antibiótico tipo fluoroquinolonas de cuarta generación como el Gatifloxacino 3 mg (Zymarán® Allergan de Colombia) y/o la Moxifloxacina 5 mg (Vigamox® Alcon Colombia) cuatro veces por día durante 15 días en promedio; adicionalmente se recomendó el uso de un esteroide tópico que en la mayoría de los casos fue el acetato de prednisolona 1 mg (Pred F® Allergan Colombia) cuatro a seis veces por día, durante los primeros 15 a 20 días del postoperatorio. En algunos casos se usaron lubricantes o lágrimas artificiales dependiendo si los pacientes presentaban sensación de cuerpo extraño.

Las valoraciones en el período post-operatorio se asignaron para el primer día, los meses 1, 3, 6, 12 y 24. La totalidad de pacientes no asistió a todas las valoraciones de seguimiento postoperatorio asignadas, en muchos casos por residir fuera de la ciudad.

Las valoraciones en el período postoperatorio se realizaron en el primer día y los meses 1,3, 6, 12 y 24.

Los datos de las variables de interés fueron recolectados en una plantilla de Excel, la cual se exportó a los programas estadísticos STATA 10 y SPSS 15 en los cuales se realizó el análisis estadístico.

5.5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se realizó análisis descriptivo mediante la aplicación de medidas de tendencia central y de dispersión en la valoración pre y posoperatorias, de acuerdo con la

naturaleza y distribución de las variables de interés. En las variables cuantitativas se realizó la prueba estadística de Shapiro Wilk para conocer su condición de normalidad en la distribución.

Posteriormente se realizó análisis de las diferencias intra-sujetos de las variables continuas medidas en el período posoperatorio teniendo como referente el valor de la variable en el momento preoperatorio, para lo cual se realizaron pruebas t-student pareadas y se llevó a cabo un análisis ANCOVA de medidas de repetidas para explorar la variabilidad de las medidas en el período posoperatorio, para lo cual se generó un único factor (tiempo con cinco niveles: día 1, mes 1, mes 3, mes 6 y mes 12) y se tomó la medición preoperatoria como covariable en el análisis, y de esta manera ajustar por el valor basal. En las variables cuantitativas que no satisficieron el supuesto de normalidad se exploró dicha condición al ser transformadas empleando la escala logarítmica, procedimiento realizado con el fin de emplear las pruebas estadísticas de t-student y ANCOVA. Un valor p de 0,05 se acogió como el límite para establecer la significancia estadística.

5.6 CONSIDERACIONES ÉTICAS

De acuerdo con la resolución N° 008430 de 1993 expedida por el Ministerio de Salud de Colombia, que contempla los aspectos éticos de la investigación en seres humanos, el presente estudio se consideró sin riesgo, pues implicó la revisión de historias clínicas y reportes de cirugía. El protocolo de investigación se aprobó en reunión N 09 del 11 de septiembre del 2008, por parte del Comité de ética en investigación CEI de la FOCAL (ANEXO N 6). La población intervenida quirúrgicamente, de quienes se incluyen los datos sobre los resultados visuales de interés en el presente estudio, aceptó la realización de la intervención quirúrgica como un medio para mejorar sus condiciones oculares y visuales, y su aceptación fue expresada por escrito. Los autores del presente estudio hacen constar que el recurso humano que realizó las intervenciones quirúrgicas pertenece al Centro

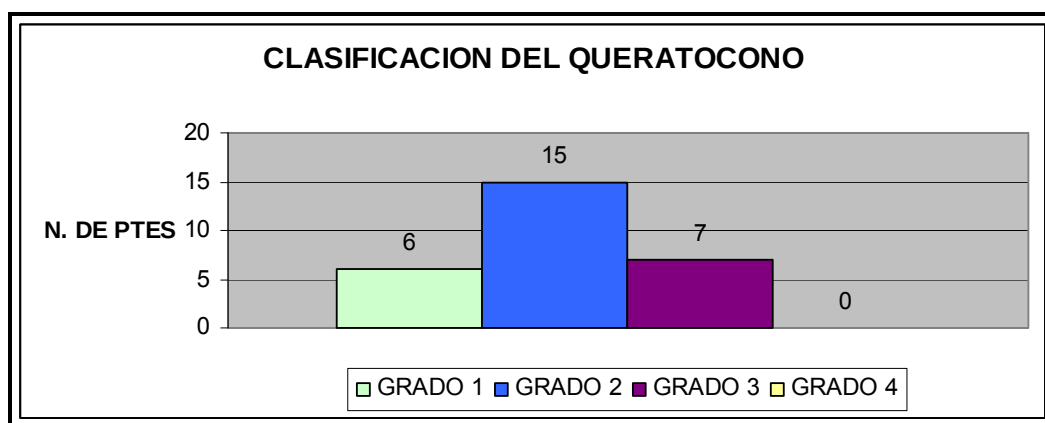
Oftalmológico del Dr Virgilio Galvis R., entrenado personalmente por uno de los líderes mundiales en este tipo de intervenciones quirúrgicas, el médico oftalmólogo Argentino Dr. Roberto G. Albertazzi, y que no existe por los autores ningún interés comercial en el producto. Asimismo, las intervenciones fueron realizadas en el Fundación Oftalmológica de Santander FOS en un ambiente hospitalario seguro siguiendo los lineamientos o normatividad dictaminadas por el Ministerio de Salud de Colombia

6. RESULTADOS

En el presente estudio se incluyó la totalidad de pacientes que satisfizo los criterios de inclusión y exclusión establecidos, y que aceptaron la realización de la intervención quirúrgica en el Centro Oftalmológico Virgilio Galvis durante el período de estudio.

En total, se realizó implantación de anillos intraestromales KERARING® (Mediphacos Brasil) a 28 ojos (15 OD y 13 OI), con diagnóstico de Queratocono grado I (n= 6) correspondiente al 21,4%; queratocono grado II (n= 15) correspondiente a un 54,5%; y queratocono grado III (n= 7) correspondiente a un 25% (Fig 67), para un total de 23 pacientes, 56,5% mujeres y 43,5% hombres, con un promedio de edad de $28,5 \pm 7,9$ años.

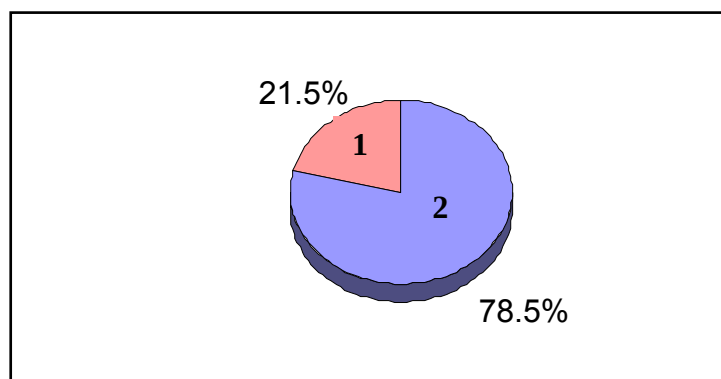
Figura N° 67. Clasificación de queratocono por grados de evolución, según la clasificación de Krumeich.



En 22 ojos (78,5%) se implantaron dos segmentos y en los 6 restantes (21,5%) se insertó un único segmento, los cuales fueron implantados exitosamente en su totalidad; (Fig 67); en cuatro ojos se realizó explantación durante el primer año de seguimiento por diferentes razones: 2 casos de extrusión de los segmentos

(14,2%); un caso de migración del segmento con presencia de dolor (3,5%); y un caso en el cual se presentó infección corneal (3,5%).

Figura 68. Porcentaje de ojos implantados por número de segmentos, uno o dos.



El seguimiento programado en el período posoperatorio no fue realizado cabalmente debido al incumplimiento de algunos pacientes a las citas programadas, por lo que el número de ojos valorados varió en la toma realizada en el período y en las diferentes variables de interés. En la **Tabla 20** se muestra el número de observaciones realizadas en cada momento del postoperatorio para cada una de las variables de estudio.

Tabla N° 20. Número de ojos evaluados en cada valoración programada.

Variable	Valoración Preoperatoria	Valoraciones en el período postoperatorio					
		Día 1	Mes 1	Mes 3	Mes 6	Mes 12	Mes 24
AVSC	28	28	25	22	19	17	15
AVCC	28	27	27	22	19	17	14
Queratometría *	28	27	23	22	17	17	16
Queratometría **	28	25	19	17	14	13	8
Poderes Dióptricos (esfera y cilindro)	28	27	24	22	19	17	14
ACD	28	27	20	17	12	9	5
SimK	28	25	20	18	13	12	7

AVSC: Agudeza visual sin corrección; AVCC: Agudeza visual con corrección; queratometría *: medida con queratómetro manual; Queratometría **: medida con topógrafo Orbscan II; ACD: Profundidad de la cámara anterior; SimK: astigmatismo o cilindro topográfico.

6.1 AGUDEZA VISUAL

El promedio de la agudeza visual sin corrección lejana (**AVSC**) preoperatoria fue $1,38 \pm 0,44$ en escala logMAR, que equivale aproximadamente a un 20/400 en la tabla de Snellen, siendo los valores mínimo y máximo de la agudeza visual logMAR de 0,48 y 1,9, respectivamente, equivalentes a 20/60 y 20/1600, en agudeza de Snellen. El promedio en todos los valores postoperatorios fue inferior al preoperatorio (ver tabla 21) y los valores mínimos y máximo de la agudeza visual log MAR estuvieron entre 0 y 1,9, (entre 20/20 y 20/1600) en las valoraciones realizadas en este período. (Ver figura 69)

Se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre la valoración preoperatoria de la **AVSC** y cada una de las valoraciones postquirúrgicas realizadas en el primer año ($p= 0,00$; t pareada), en los ojos en los que no se practicó explantación de anillos; por ejemplo lo observado en el mes 12 de pop, donde las agudezas visuales logMAR sin correccion fueron en promedio de $0,93 \pm 0,48$ equivalente aproximadamente a 20/150, comparadas como ya se anoto con las encontradas preoperatoriamente que fueron en promedio de $1,38 \pm 0,44$ equivalentes a 20/400 aproximadamente en la tabla de Snellen.

En la **tabla 21** se muestran los resultados descriptivos de la **AVSC** y **AVCC** en las diferentes valoraciones realizadas. En las figuras 69 y 70 se presenta la distribución de la AVSC y la AVCC, excluyendo los cuatro ojos en que se realizó explantación de anillos.

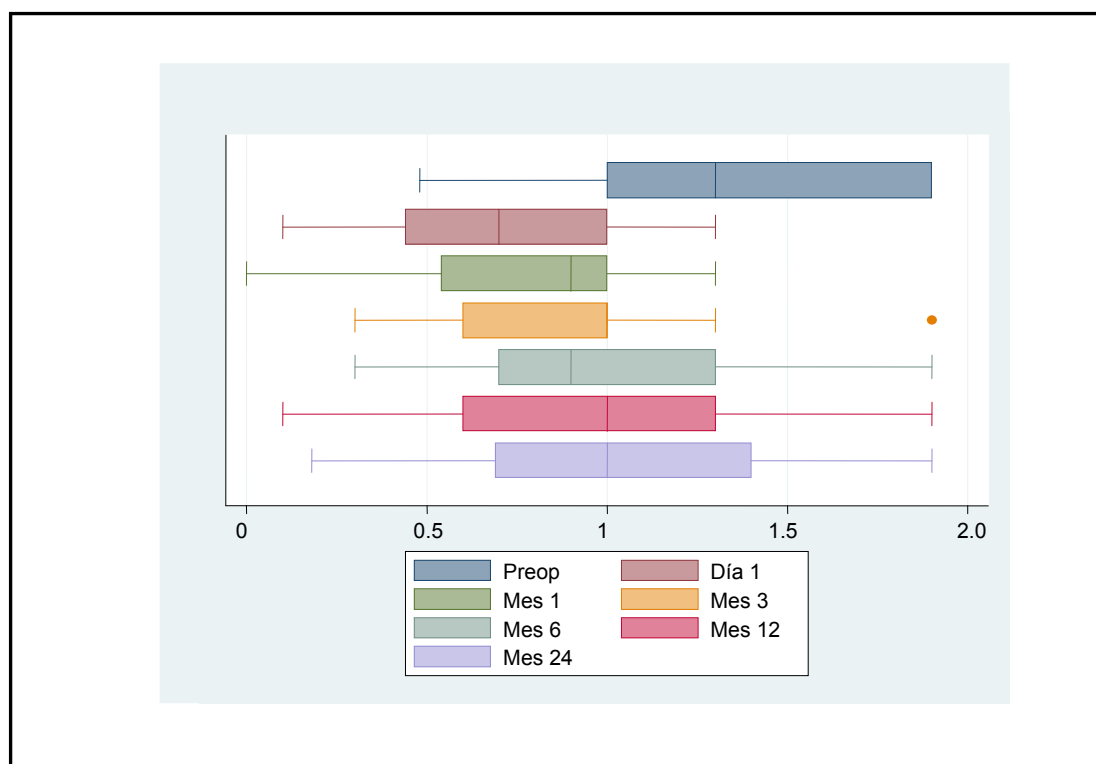
Tabla N° 21. Agudeza visual con y sin corrección (escala logMAR) en cada valoración programada.

$\bar{x} \pm DS$: Media $\pm$ Desviación estándar

AVSC: Agudeza Visual sin corrección; AVCC: Agudeza visual con corrección.

Variable	Valoración Preoperatoria ($\bar{x} \pm DS$)	Valoraciones en el período pos-operatorio					
		Día 1 ($\bar{x} \pm DS$)	Mes 1 ($\bar{x} \pm DS$)	Mes 3 ($\bar{x} \pm DS$)	Mes 6 ($\bar{x} \pm DS$)	Mes 12 ($\bar{x} \pm DS$)	Mes 24 ($\bar{x} \pm DS$)
AVSC	1,38 $\pm$ 0,44	0,77 $\pm$ 0,38	0,82 $\pm$ 0,37	0,90 $\pm$ 0,42	1,03 $\pm$ 0,49	0,93 $\pm$ 0,48	1,09 $\pm$ 0,53
AVCC	0,56 $\pm$ 0,31	0,49 $\pm$ 0,28	0,47 $\pm$ 0,26	0,41 $\pm$ 0,22	0,55 $\pm$ 0,41	0,38 $\pm$ 0,20	0,32 $\pm$ 0,28

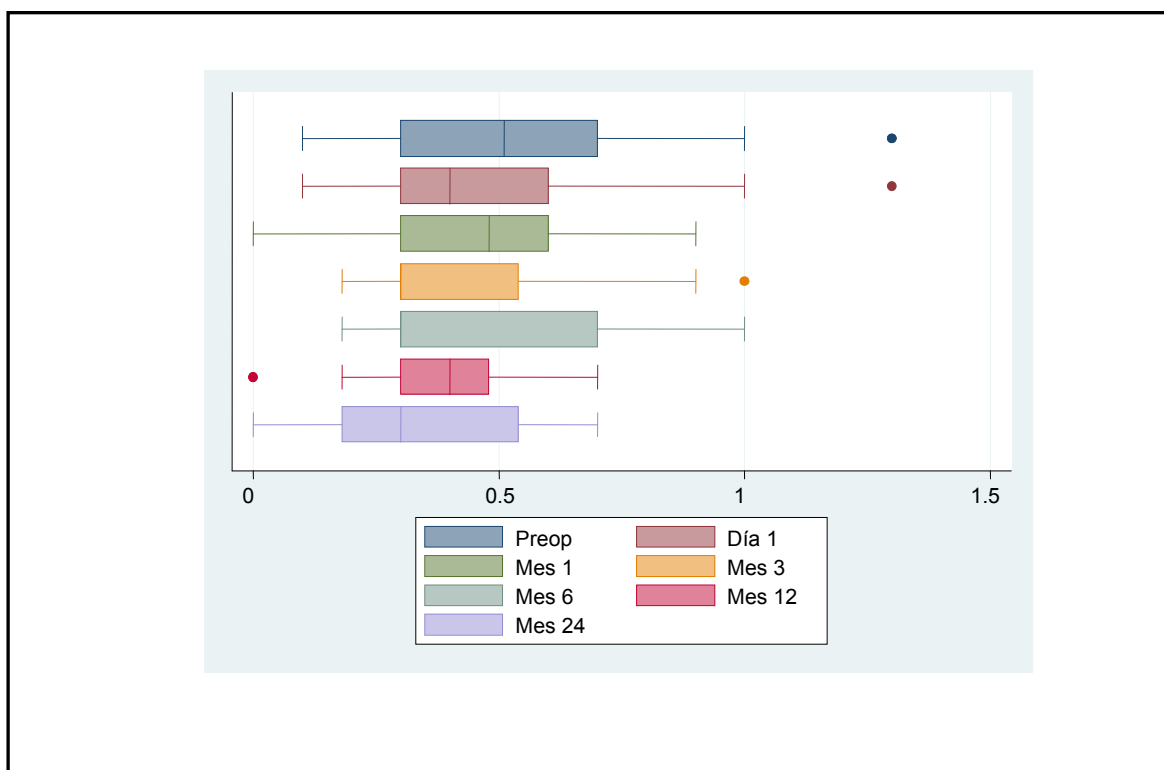
Figura N° 69. Agudeza Visual sin corrección lejana AVSC en escala logMAR, preoperatoria y en los meses 1, 3, 6, 12 y 24 del posoperatorio. (n = 24 ojos).



El promedio de la mejor agudeza visual logMAR con corrección (**AVCC**) preoperatoria fue de 0,56 $\pm$ 0,31, equivalente aproximadamente a un 20/70 en la tabla de Snellen, con valores mínimo y máximo de agudeza visual logMAR de -0,1

y -1,30, respectivamente, que equivalen a 20/25 y a 20/400, en la tabla de Snellen. Los promedios en las valoraciones postoperatorias también fueron inferiores al del preoperatorio y la diferencia entre este último y el del tercer mes postoperatorio alcanzó la significancia estadística ($p=0,008$). El promedio en el tercer mes fue de $0,41 \pm 0,22$ equivalente aproximadamente a un 20/50.

Figura N° 70. Agudeza Visual con corrección AVCC en escala logMAR, preoperatoria y en los meses 1, 3, 6, 12 y 24 del posoperatorio. (n = 24 ojos).

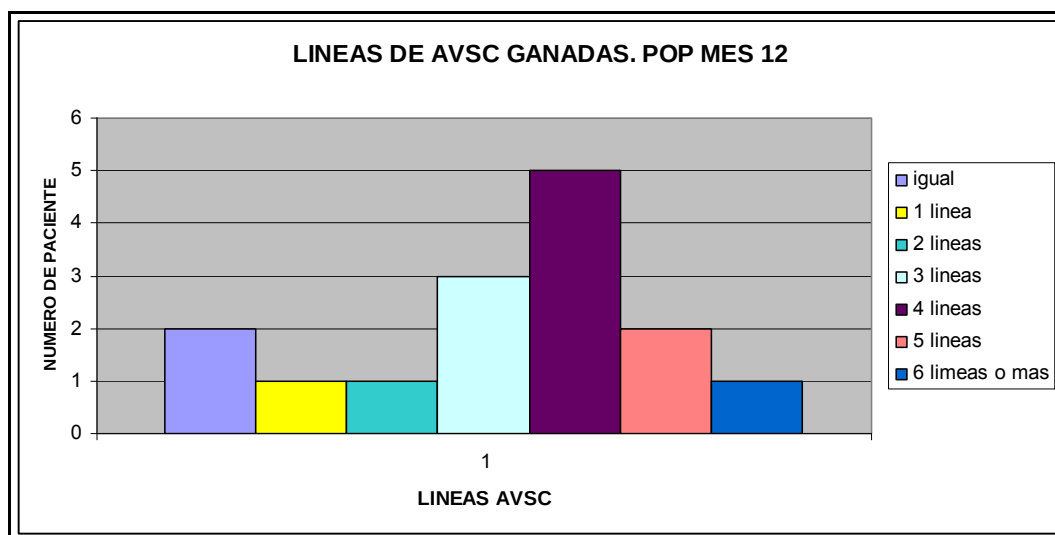


El análisis ANCOVA de medidas repetidas llevado a cabo para explorar la variabilidad de la agudeza visual en las valoraciones postoperatorias se realizó generando un factor tiempo con cinco niveles (1 día, 1 mes, 3 meses, 6 meses y 12 meses) y se ajustó por el valor preoperatorio de la AVSC y la AVCC. Este análisis no reveló variaciones estadísticamente significativas entre los resultados de agudeza visual durante el período postoperatorio ($p= 0,54$; $F= 0,89$ para la

AVSC y $p= 0,69$; $F=0,57$ para AVCC). La potencia estadística al realizar estos modelos fue de 0,13 y 0,10, respectivamente, por lo que no es posible descartar la variabilidad de las medidas.

6.1.1 Líneas de Agudeza Visual. En cuanto a las líneas de agudeza visual ganadas o perdidas, en los pacientes del estudio valoradas al primer año de seguimiento, se encontró que un 76.3 % de los pacientes mejoraron líneas de agudeza visual sin corrección AVSC, correspondiendo a ganancia de una a dos líneas un 11.76% (n=2); de tres líneas un 17.64% (n=3); de cuatro líneas un 23.5% (n =5 ojos), y de 5 o mas líneas un 17.64% (n=3); sin presentar cambios en un 11.76% (n=2), para un total de 88.06 % que ganaron líneas o permanecieron igual. (Fig 70).

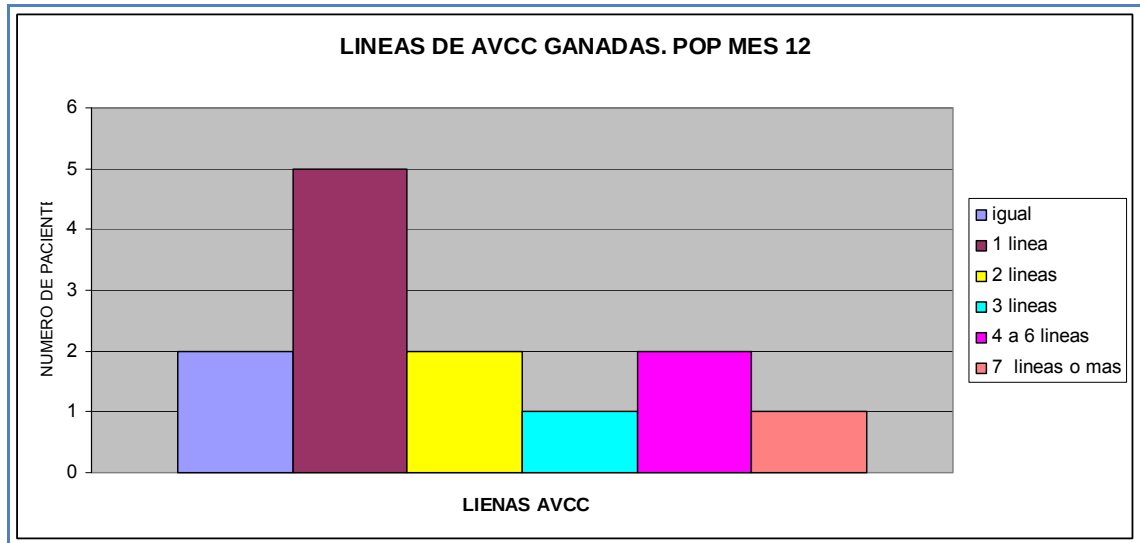
Figura N° 71. Líneas de Agudeza Visual sin corrección ganadas al año postoperatorio.



Cuando se evaluo la ganancia de líneas de agudeza visual con corrección AVCC, los resultados fueron que un 64.5% mejoraron con respecto al preoperatorio, correspondiendo a ganancias entre 1 a 2 lineas un 41% (n =7); de 3 líneas un 5.8% (n =1); de 4 a 6 lineas un 11.7% (n =2), y de 7 o mas líneas un 5.8% (n =1);

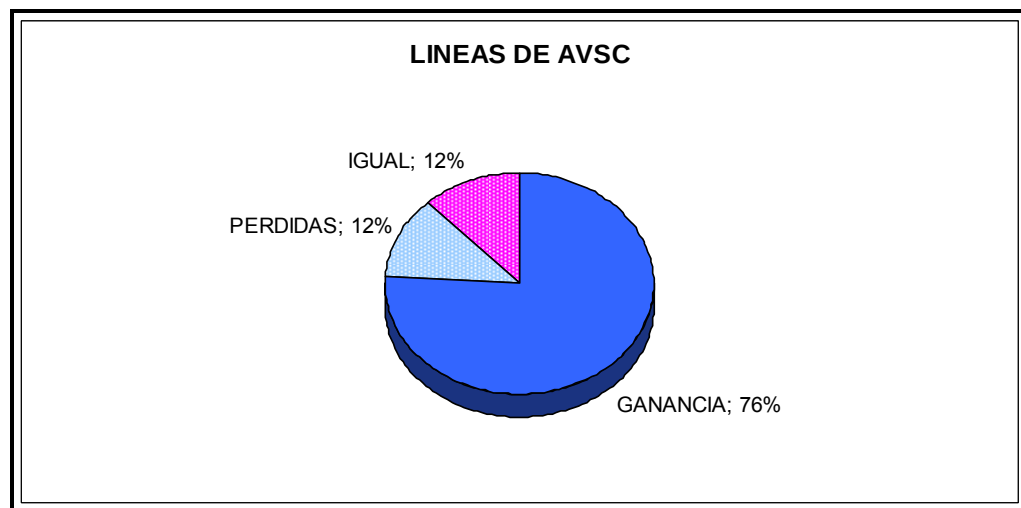
sin presentar ningún cambio en un 11.7% (n =2), para un total de 76.2% que ganaron líneas o permanecieron igual. (Fig 71)

Figura N° 72. Líneas de Agudeza Visual corregidas ganadas



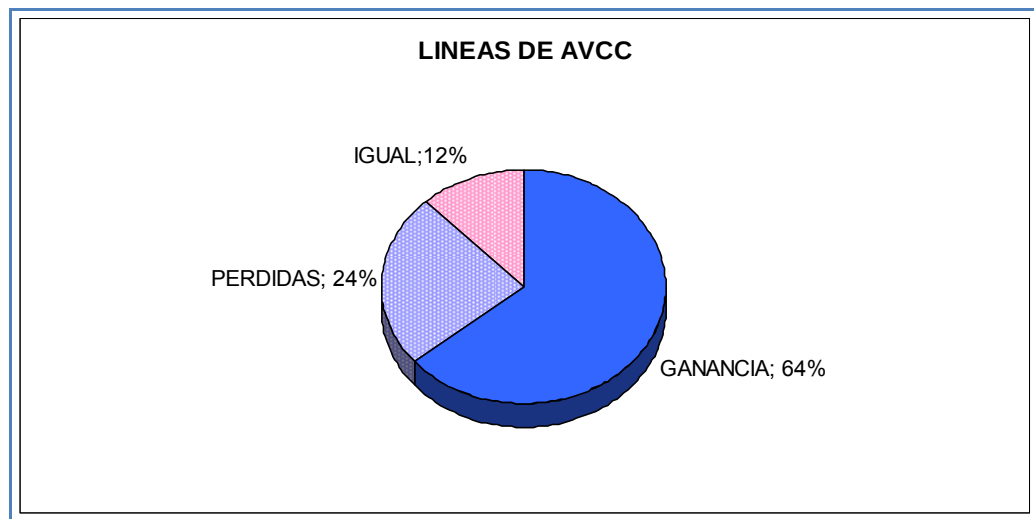
Las pérdidas de líneas en AVSC se presentaron en un 11.76% (n=2), que en ambos casos fue de 3 líneas de visión; en estos dos casos se evidencio mejoría posterior a la toma de la agudeza visual con corrección. (Fig 72)

Figura N° 73. Líneas de agudeza visual sin corrección al año postoperatorio.



En el caso de las líneas perdidas de agudeza visual con corrección AVCC, se encontró que cerca de un 24 % de los pacientes presentaron disminución de estos valores comparados con el preoperatorio al mes 12 de la evaluación, representados en 17.6% con pérdida de una línea (n =3), y 5.8% de dos líneas (n =1).

Figura N° 74. Líneas de agudeza visual con corrección al año postoperatorio



6.2 HALLAZGOS TOPOGRÁFICOS

6.2.1 Valores Queratométricos: Los valores queratométricos fueron medidos con queratómetro manual y con topógrafo Orbscan II, medidas que tuvieron una correlación alta en la mayoría de las valoraciones (p superiores a 0,90). En la **tabla 22** se presenta la correlación (coeficiente de correlación de pearson) de ambas técnicas en las diferentes mediciones realizadas.

Tabla 22. Correlación entre la queratometría manual y la queratometría medida con el topógrafo Orbscan II.

Valoración	K menor	K mayor	Promedio K
Preoperatoria	0,96	0,98	0,99
Día 1	0,88	0,89	0,93
Mes 1	0,99	0,87	0,98
Mes 3	0,88	0,92	0,94
Mes 6	0,91	0,60	0,81
Mes 12	0,97	0,97	0,96
Mes 24	0,99	0,98	0,98

Los valores promedio y DS de las mediciones de la queratometría (menor, mayor y promedio) medidas con ambos métodos se muestran en la **tabla 23**, observándose valores menores en todas las mediciones postoperatorias comparadas con el preoperatorio, realizadas con la queratometría manual, y hasta el mes 12 en la queratometría (K) realizada con topógrafo, encontrándose diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$; t pareada. Exceptuando las últimas medidas topográficas hacia el mes 24, donde se encontraron valores de K (queratometría topográfica) menor, mayor y promedio superiores al preoperatorio, todas las valoraciones queratométricas medidas por el topógrafo Orbscan II fueron menores al preoperatorio, especialmente las logradas en la K mayor durante los primeros 3 meses cercana a 3.0 D, logrando evidenciar hacia el año de seguimiento tan solo una disminución de 1.2 D en la K promedio, comparado con el preoperatorio. Las queratometrías menores o mas planas también evidenciaron disminución en todas las valoraciones del seguimiento, logrando hacia el mes 12 de seguimiento un valor de 1.92 D, menos que el preoperatorio, y hacia el mes 24, una reducción menor de 0.69 D,

En las figuras 74 y 75 se presenta la distribución de los valores queratométricos promedios medidos con ambos métodos en los ojos en que no se practicó explantación de anillos.

Tabla N° 23. Hallazgos queratométricos y topográficos en el preoperatorio y luego de la implantación de segmentos intraestromales Keraring®.

Variable		Valoración Preoperatoria ($\bar{x} \pm DS$)	Valoraciones en el período pos-topoperatorio					
			Día 1 ($\bar{x} \pm DS$)	Mes 1 ($\bar{x} \pm DS$)	Mes 3 ($\bar{x} \pm DS$)	Mes 6 ($\bar{x} \pm DS$)	Mes 12 ($\bar{x} \pm DS$)	Mes 24 ($\bar{x} \pm DS$)
Queratometría manual	Q Menor	47,93 $\pm$ 4,33	45,46 $\pm$ 4,20	46,24 $\pm$ 4,51	46,44 $\pm$ 4,26	46,58 $\pm$ 4,07	46,01 $\pm$ 4,42	47,24 $\pm$ 4,30
	Q Mayor	53,53 $\pm$ 4,97	48,98 $\pm$ 5,23	50,11 $\pm$ 4,35	50,27 $\pm$ 3,55	51,06 $\pm$ 3,44	49,96 $\pm$ 4,78	51,64 $\pm$ 5,55
	Q Promedio	50,73 $\pm$ 4,49	47,22 $\pm$ 4,47	48,18 $\pm$ 4,23	48,35 $\pm$ 3,72	48,82 $\pm$ 3,54	48,82 $\pm$ 3,53	47,98 $\pm$ 4,35
Queratometría con topógrafo	K Menor	48,30 $\pm$ 4,70	45,19 $\pm$ 4,83	47,26 $\pm$ 4,64	46,42 $\pm$ 3,55	48,28 $\pm$ 3,83	47,15 $\pm$ 4,63	48,88 $\pm$ 4,66
	K Mayor	53,41 $\pm$ 5,19	49,49 $\pm$ 5,45	50,91 $\pm$ 3,84	50,54 $\pm$ 3,81	52,13 $\pm$ 4,78	52,18 $\pm$ 4,88	54,09 $\pm$ 4,93
	K Promedio	50,86 $\pm$ 4,56	47,32 $\pm$ 4,74	49,09 $\pm$ 3,77	48,48 $\pm$ 3,20	50,21 $\pm$ 3,60	49,66 $\pm$ 4,53	51,48 $\pm$ 4,53
Profundidad de cámara anterior ACD		3,37 $\pm$ 0,25	3,29 $\pm$ 0,34	3,30 $\pm$ 0,19	3,34 $\pm$ 0,21	3,30 $\pm$ 0,28	3,30 $\pm$ 0,20	3,34 $\pm$ 0,26

$\bar{x} \pm DS$: Media $\pm$ Desviación estándar . Q queratometria manual. K (queratometria topográfica)

Figura 75. Valores queratométricos promedio medidos con queratometría manual.

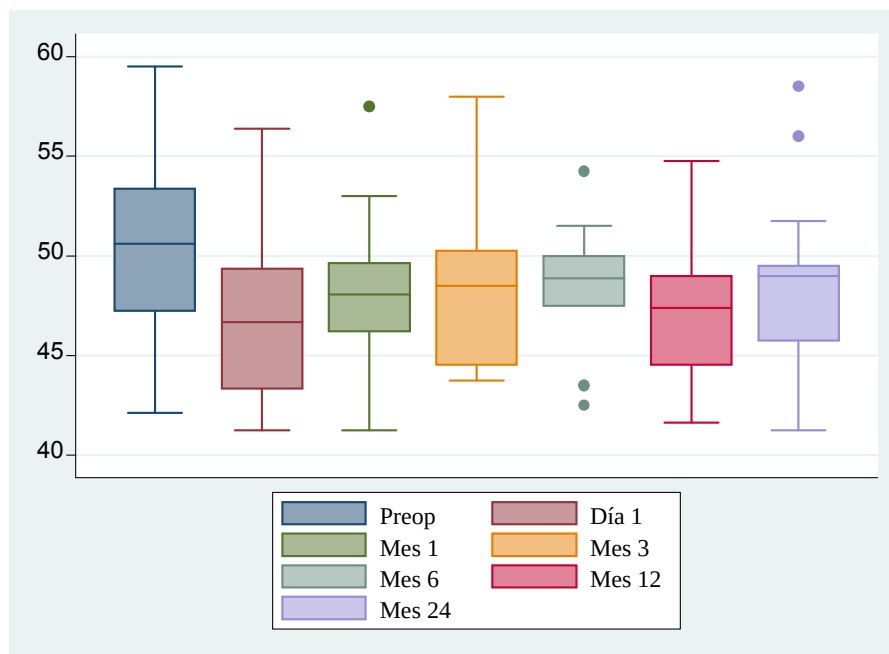
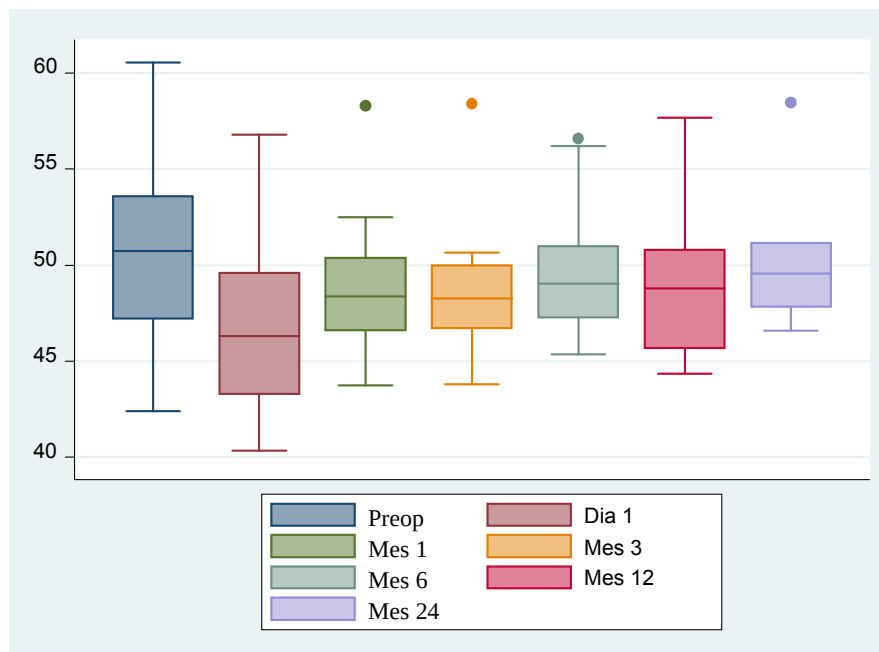


Figura N° 76. Valores queratométricos promedio medidos con topógrafo Orbscan II.



El análisis ANCOVA de medidas repetidas realizado para explorar la variabilidad de los valores queratométricos en las valoraciones postoperatorias se realizó generando un factor tiempo con cinco niveles (1 día, 1 mes, 3 meses, 6 meses y 12 meses) para la queratometría medida manualmente, ajustando por el valor preoperatorio de las misma; este modelo no mostró diferencias entre las medidas de la queratometría en el período postoperatorio ($p= 0,97$; $F= 0,122$). La potencia estadística al realizar este modelo fue de 0,06, por lo que no es posible descartar la variabilidad de las medidas. No fue posible realizar el análisis ANCOVA de medidas repetidas para el cálculo realizado con el topógrafo corneal, dado que sólo 4 ojos tuvieron seguimiento completo durante el primer año.

6.3 PROFUNDIDAD DE CÁMARA ANTERIOR ACD

El promedio de la profundidad de la cámara anterior fue de $3,37 \pm 0,25$ en la valoración preoperatoria, variable que tomó valores ligeramente inferiores en cada valoración postoperatoria (**tabla 23**), presentando diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en cada una de éstas comparativamente con el resultado preoperatorio. No fue posible realizar el análisis ANCOVA para esta variable dado que sólo 3 ojos tuvieron seguimiento completo durante el primer año.

6.4 RESULTADOS REFRACTIVOS

6.4.1 Esferas y Cilindros. Los valores promedios del poder dióptrico esférico son estadísticamente inferiores ($p < 0,05$) comparativamente con el resultado preoperatorio hasta el tercer mes postoperatorio, a partir del cual muestran una tendencia al aumento e incluso superan el valor preoperatorio en el mes 24 de seguimiento.

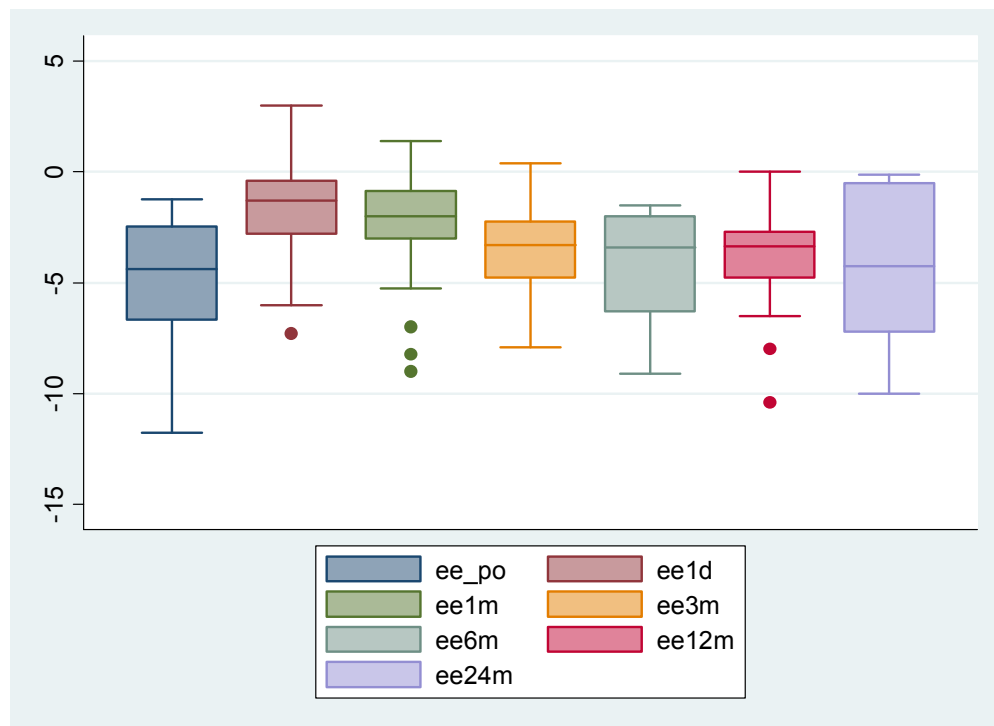
De manera contraria, el poder dióptrico cilíndrico y el equivalente esférico muestran una marcada disminución hasta el tercer mes a partir del cual presentan un aumento sostenido pero no alcanzan los valores preoperatorios en ningún momento del seguimiento posoperatorio (**tabla 24**). Las diferencias observadas en el poder dióptrico cilíndrico fueron estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en todas las valoraciones del postoperatorio comparado con el resultado preoperatorio, mientras que las observadas en el equivalente esférico lo fueron solo hasta el tercer mes del postoperatorio. En la figura 5 se muestra la distribución del equivalente esférico, excluyendo los pacientes en quienes se realizó explantación de los anillos.

Tabla N° 24. Resultados refractivos antes y después de la implantación de anillos.

Variable	Valoración Preoperatoria	Valoraciones en el período pos-operatorio					
		Día 1	Mes 1	Mes 3	Mes 6	Mes 12	Mes 24
Poder dióptrico esférico	-2,94 ± 2,72	-0,89 ± 1,91	-0,93 ± 1,91	-2,02 ± 2,62	-2,97 ± 2,81	-2,77 ± 2,79	-3,21 ± 3,08
Poder dióptrico cilíndrico	-4,26 ± 2,14	-2,17 ± 1,77	-2,74 ± 2,04	-2,24 ± 1,65	-3,26 ± 1,76	-2,62 ± 1,66	-2,87 ± 1,88
Equivalente esférico	-5,05 ± 2,79	-1,89 ± 2,43	-2,44 ± 2,66	-3,80 ± 2,48	-4,59 ± 2,99	-4,07 ± 2,79	-4,44 ± 3,44

6.4.2 Equivalente Esférico EE

Figura N° 77. Equivalente esférico antes y después de la implantación de anillos.



El análisis ANCOVA de medidas repetidas llevado a cabo para explorar la variabilidad del equivalente esférico en el período postoperatorio se realizó generando un factor tiempo con cinco niveles (1 día, 1 mes, 3 meses, 6 meses y

12 meses), ajustando por el valor preoperatorio del equivalente; este modelo no mostró diferencias entre las mediciones, ($p= 0,86$; $F= 0,305$). La potencia estadística al realizar este modelo fue de 0,07, por lo que no es posible descartar la variabilidad de las medidas

6.5 EFECTOS ADVERSOS Y COMPLICACIONES POSTOPERATORIAS

Se realizó explantación de anillos durante el primer año postquirúrgico a 4 de los 28 ojos intervenidos (14,3%); debido al riesgo inminente y/o a extrusión en dos casos equivalente a un 7,1%; a dolor y migración en un caso (3.5%) y por infección o queratitis desarrollada al cuarto mes postoperatorio en un caso correspondiente a un 3.5%.

A continuación se presenta una descripción breve de las condiciones prequirúrgicas y la evolución postquirúrgica de cada uno de estos casos.

6.5.1 Caso 1 – RBP. Paciente de 31 años de edad de sexo femenino con queratocono grado 3 en el ojo derecho, usuaria crónica con poca tolerancia a los lentes de contacto rígidos gas permeables, con un equivalente esférico preoperatorio de -6,4 D, paquimetría central delgada de 349 micras, queratometría mayor de 60 dioptrías y una agudeza visual preoperatoria de 1.9 LogMAR, correspondiente a 20/1600, a quien se le realizó implantación de anillos nasal y temporal de 250 micras cada uno sin complicaciones, según nomograma de Albertazzi. Durante el postoperatorio inmediato refirió la sensación de cuerpo extraño, fotofobia, y halos. Se realizó explantación de anillo temporal al primer mes postquirúrgico por riesgo de extrusión al encontrarse muy superficial y cercano al epitelio, y del anillo nasal al cuarto mes por presentarse una franca extrusión sin la presencia de infección. En las notas postquirúrgicas se consignó implantación superficial de los dos anillos, valorados clínicamente.

En los resultados refractivos se evidencia la disminución drástica que tuvieron los valores del equivalente esférico al mes de la cirugía, de -6.2 a -2.0 dioptrías y su posterior aumento paulatino hasta valores muy superiores al preoperatorio, de -12 dioptrías al año y de -10.2 dioptrías al segundo año. Al evaluar los cambios queratométricos por el contrario, la disminución postoperatoria fue muy poca, siendo menor incluso posterior al explante del primer segmento hacia el tercer mes, retornando a valores preoperatorios al final del seguimiento reportados por queratometría manual y topográfica. El astigmatismo simulado por topografía presento un aumento de casi el doble de su valor preoperatorio hacia el primer mes, para luego disminuir posterior a los explantes hasta valores cercanos al preoperatorio, siendo estos valores ligeramente superiores al dato preoperatorio. En la **tabla 25** se presentan los resultados pre y postquirúrgicos del ojo intervenido.

Tabla N° 25: Resultados visuales del ojo intervenido del caso RBP.

Variable	Valoración Preoperatoria	Valoraciones en el período pos-operatorio					
		1 día	1 mes	3 mes	6 mes	12 mes	24 mes
AVSC LogMAR	1.9	1.3	1	1.9	1.9	1.6	1.9
AVCC LogMAR	0.4	0.48	0.7	0.7	1.9	0.4	0.3
Promedio queratometría*	58,00	57,50	58,50	56,50	SD	59,00	57,00
Promedio queratometría**	58,1	57,5	57,0	SD	SD	59,4	58,2
Equivalente esférico	-6,40	-7,00	-2,00	-	-	-7,10	10,20
ACD	3,43	3,28	3,20	SD	SD	3,41	SD
SimK	-2,8	-5,7	-7,6	-3,4	SD	-4,1	-3,8

*: Queratometría manual; **: Queratometría por topógrafo. ACD: profundidad de cámara anterior. SimK: astigmatismo simulado por topografía. SD: Sin dato.

AVSC: Agudeza Visual sin corrección; AVCC: Agudeza visual con corrección

1.9 equivale a 20/1600; 1.6 equivale a 20/800; 1.3 equivale a 20/400; 1.2 equivale a 20/300; 1 equivale a 20/200; 0.7 equivale a 20/100; 0.6 equivale a 20/80; 0.48 equivale a 20/60; 0.4 equivale a 20/50; 0.3 equivale a 20/40; 0.18 equivale a 20/30; 0.1 equivale a 20/25; 0 equivale a 20/20

6.5.2 Caso 2 – RGS. Paciente de sexo femenino de 34 años de edad, con antecedente de queratoplastia penetrante en ojo izquierdo por queratocono y una agudeza visual corregida AVCC de 20/200 en este mismo ojo; diagnóstico de queratocono grado II en el ojo derecho, queratometría promedio de 48.8 dioptrías, paquimetría central de 412 μm , en el cual se realizó implantación de un anillo de 200 μm en el sector nasal y otro de 300 micras en lado temporal.. El nomograma sugería implantar segmentos más delgados de 150 y 200 μm respectivamente. Desde el postoperatorio inmediato refirió dolor ocular, visión distorsionada, y sensación de cuerpo extraño, a pesar de que sus agudezas visuales mejoraron con respecto al preoperatorio.

Se explantó el segmento temporal por extrusión en el 7º mes del postoperatorio, pudiéndose medir con el OCT Visante® (**Carl Zeiss Meditec**) la distancia del segmento nasal restante, desde su punto más alto hasta el epitelio corneal en 110 micras el cual permaneció estable durante el resto de seguimiento. En las notas postquirúrgicas se consignó que los segmentos colocados quedaron en posición superficial, especialmente el del lado temporal, con toque inferior por migración desde el postoperatorio inmediato, pero sin cabalgamiento entre los segmentos al mismo nivel.

Refractivamente se pudo observar que posterior a los 2 implantes se produjo un marcado aplanamiento corneal con disminución en los valores queratométricos promedios en cerca de 8 dioptrías; a pesar de los síntomas de dolor ocular, sensación de cuerpo extraño, fotofobia y visión distorsionada que fueron referidos desde el postoperatorio mediato, se presentó mejoría notable en la visión sin

corrección AVSC de 1.3 logMAR (20/300) preoperatoria a 0.6 (20/80), todo esto hacia el sexto mes del seguimiento, un mes anterior al explante del segmento temporal. El equivalente esférico se redujo desde el primer día postquirúrgico en cerca de 4 dioptrías, hasta el sexto mes, para luego retornar prácticamente al valor preoperatorio en las dos últimas valoraciones hacia el mes 12 y 24. El astigmatismo topográfico demuestra una reducción hasta el sexto mes, posterior al cual aumenta hasta los valores preoperatorios hacia el mes 12 del postoperatorio. En la **tabla 26** se presentan los resultados pre y postquirúrgicos del ojo intervenido.

Tabla N° 26: Resultados visuales del ojo intervenido del caso RGS.

Variable	Valoración Preoperatoria	Valoraciones en el período pos-operatorio					
		1 día	1 mes	3 mes	6 mes	12 mes	24 mes
AVSC	1.3	0.6	0.6	0.4	0.6	0.9	1
AVCC	0.6	0.48	0.4	0.3	0.4	0.4	0.18
Promedio queratometría*	48,85	SD	38,0*. *	40,0*. *	40,25*. *	48,13*. *	42,5*. *
Promedio queratometría**	48,9	SD	SD	47,6	55,1*.*	46,7	SD
Equivalente esférico	-5,50	0,90	0,00	-1,50	-1,50	-5,70	-5,80
ACD	3,12	SD	SD	3,14	3,14	SD	SD
SimK	-6,7	SD	SD	-5,0	-1,4	-6,8	SD

*: Queratometría manual; **: Queratometría por topógrafo. SD: Sin dato. *.* Dato no confiable por dificultad técnica. ACD: profundidad de cámara anterior. SimK: astigmatismo simulado por topografía. AVSC: Agudeza Visual sin corrección; AVCC: Agudeza visual con corrección 1.9 equivale a 20/1600; 1.6 equivale a 20/800; 1.3 equivale a 20/400; 1.2 equivale a 20/300; 1 equivale a 20/200; 0.9 equivale a 20/150; 0.7 equivale a 20/100; 0.6 equivale a 20/80; 0.48 equivale a 20/60; 0.4 equivale a 20/50; 0.3 equivale a 20/40; 0.18 equivale a 20/30; 0.1 equivale a 20/25; 0 equivale a 20/20

6.5.3 Caso 3 – JVA. Paciente de sexo femenino de 42 años de edad con diagnóstico de queratocono grado II en el ojo izquierdo al cual se le implantaron dos anillos intraestromales, uno a nivel nasal de 200 μm y otro temporal de 350 μm sin complicaciones; el espesor paquimétrico central preoperatorio fue de 460 μm . Se explantó el segmento nasal al 5º mes del posoperatorio debido a dolor en el ojo y migración de este segmento. No se presentó infección. Se comprobó aplanamiento corneal evidenciado en la disminución del promedio de las queratometrías, de 51.5 dioptrías preoperatoriamente, a 47.0 dioptrías en el tercer mes postoperatorio, disminución de 3.5 dioptrías, manteniéndose casi sin variación incluso después del explante del segmento mencionado en 46.4 dioptrías. También se registró una disminución marcada en el valor esférico de - 6.30 D a -3.00 D durante los primeros 3 meses.

Posteriormente se le realizó procedimiento de Crosslinking a los 6 meses del explante en diciembre de 2006. La recuperación en las agudezas visuales sin corrección AVSC, y con corrección AVCC, aunque importantes, no fueron tan significativas, presentándose mejoría en 4 líneas de agudeza visual en la (AVSC), y 3 líneas en la (AVCC), durante los primeros seis meses postoperatorios, finalizando en una visión con corrección de logMAR 0.18, equivalente a un 20/30 obteniendo ganancia importante de siete líneas de visión al final del estudio. La queratometría topográfica demostró una reducción hasta el tercer mes en más de cuatro dioptrías, para luego aumentar hasta valores cercanos al preoperatorio hacia el final del seguimiento. En la **tabla 27** se presentan los resultados pre y postquirúrgicos del ojo intervenido, incluyendo los resultados posteriores al entrecruzamiento del colágeno en los meses 12 y 24, observándose un incremento en el promedio de las queratometrías posterior al explante, hasta valores de 49.25 D y 49.88 D, con una mejoría al final del registro en la AVCC y estabilidad en el equivalente esférico.

Tabla 27: Resultados visuales del ojo intervenido del caso JVA.

Variable	Valoración Preoperatoria	Valoraciones en el período pos-operatorio					
		1 día	1 mes	3 mes	6 mes	12 mes	24 mes
AVSC	1	1	0.7	0.7	1	0.7*.*	0.9*.*
AVCC	0.7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6*.*	0.18*.*
Promedio queratometría*	51,50	45,50	46,00	47,00	46,4	49,25*.*	49,88*.*
Promedio queratometría**	52,1	45,8	47,3	47,9	SD	50,4*.*	50,4*.*
Equivalente esférico	-6,30	-2,60	SD	-3,00	-3,60	-3,70*.*	-2,70*.*
ACD	3,69	3,49	3,47	3,49	SD	3,66*.*	SD
Simk	-6,0	-4,6	-1,3	-1,6	SD	-4,2*.*	-5,6*.*

* Queratometría manual; **: Queratometría por topógrafo. SD: Sin dato. ACD: profundidad de cámara anterior. SimK: astigmatismo simulado por topografía. *.* Posterior a realizar Crosslinking. AVSC: Agudeza Visual sin corrección; AVCC: Agudeza visual con corrección 1.9 equivale a 20/1600; 1.6 equivale a 20/800; 1.3 equivale a 20/400; 1.2 equivale a 20/300; 1 equivale a 20/200; 0.9 equivale a 20/150; 0.7 equivale a 20/100; 0.6 equivale a 20/80; 0.48 equivale a 20/60; 0.4 equivale a 20/50; 0.3 equivale a 20/40; 0.18 equivale a 20/30; 0.1 equivale a 20/25; 0 equivale a 20/20

6.5.4 Caso 4 – MLR. Paciente de sexo femenino de 41 años de edad, usuaria de lentes de contacto rígidos por más de 30 años, historia de atopía y conjuntivitis alérgicas, con diagnóstico de queratocono grado 2, paquimetría central de 398 µm en el ojo izquierdo. Se implantan según nomograma de Albertazzi dos segmentos Keraring®, de 200 µm en el sector nasal y el otro de 300µm en el lado temporal, aproximadamente a 400µm de profundidad; el procedimiento que se llevo a cabo sin complicaciones operatorias.

Durante el postoperatorio inmediato refirió dolor ocular que cedió con el manejo médico; clínicamente los segmentos quedaron bien profundos en el estroma corneal, y hasta el primer mes su evolución era favorable. No asistió al tercer mes

postoperatorio para su respectivo control. En el cuarto mes consulta refiriendo dolor y fotofobia intensa, sin evidencia de queratitis, la cual se manejo con antiinflamatorios esteroideos tipo Loteprednol 0,5% (Lotesoft® Poen Lab); al día siguiente se presenta con una franca queratitis infecciosa manifestada con infiltración estromal peri incisional, hipopion y secreción purulenta, para lo cual se realizaron toma de muestras para cultivos bacterianos y micóticos con sus respectivos antibiogramas; se proporcionó tratamiento con antibióticos sistémicos hospitalariamente con Imipenen/Cilastatina endovenoso durante 5 días y tópicamente con Moxifloxacin 5 mg (Vigamox® Alcon Colombia) Se realizó explantación de los segmentos al día siguiente y se lavaron los bolsillos estromales con antibióticos intraoperatoriamente.

El reporte bacteriológico demostró la presencia de *Estafilococo aureus* coagulasa positivo con alta sensibilidad a Imipenen®, por lo que prepararon gotas de este medicamento y se uso tópicamente; la respuesta al manejo fue satisfactoria. En las notas postquirúrgicas al mes, se describe un leucoma vascularizado mínimo en el área de la queratitis. Al final del registro clínico (mes 6) la agudeza visual sin corrección AVSC y mejor corregida AVCC eran ligeramente mejores que en el preoperatorio, sin que se perdieran líneas de agudeza visual siendo la AVCC de 0.7 logMAR en el preoperatorio, y de 0.48 logMAR posterior al explante de los dos segmentos. Refractivamente se evidencio al mes postoperatorio reducción del equivalente esférico en 5.75 D, el cual volvió a sus valores preoperatorios posterior al explante de los segmentos. Topográficamente se pudo evidenciar posterior a los implantes reducción de la profundidad de la cámara anterior ACD, y del astigmatismo simulado, los que prácticamente volvieron a sus valores preoperatorios medidos al sexto mes. En la **tabla 28** se presentan los resultados pre y postquirúrgicos del ojo intervenido.

Tabla N° 28: Resultados visuales del ojo intervenido del caso MLR

Variable	Valoración Preoperatoria	Valoraciones en el período pos-operatorio					
		1 día	1 mes	3 mes	6 mes	12 mes	24 mes
AVSC LogMAR	1.6	1.3	1.3	SD	1.3	SD	SD
AVCC LogMAR	0.7	0.8	0,05	SD	0.48	SD	SD
Promedio queratometría*	49,50	45,75	47,50	SD	52,25	SD	SD
Promedio queratometría**	49,9	44,9	47,4	SD	51,1	SD	SD
Equivalente esférico	-8,00	-3,50	-2,25	SD	-7,60	SD	SD
ACD	3,36	3,19	3,19	SD	3,23	SD	SD
SimK	-8,7	-4,5	-1,6	SD	-7,9	SD	SD

*: Queratometría manual; **: Queratometría por topógrafo. ACD: profundidad de cámara anterior. SimK: astigmatismo simulado por topografía. SD: Sin dato. AVSC: Agudeza Visual sin corrección; AVCC: Agudeza visual con corrección

1.9 equivale a 20/1600; 1.6 equivale a 20/800; 1.3 equivale a 20/400; 1.2 equivale a 20/300; 1 equivale a 20/200; 0.7 equivale a 20/100; 0.6 equivale a 20/80; 0.48 equivale a 20/60; 0.4 equivale a 20/50; 0.3 equivale a 20/40; 0.18 equivale a 20/30; 0.1 equivale a 20/25; 0 equivale a 20/20

7. DISCUSION

El queratocono es un disturbio no inflamatorio del espesor corneal, presentado clínicamente con adelgazamiento progresivo y protrusión de la cornea, lo cual acarrea una disminución en la agudeza visual por la presencia de astigmatismo irregular, diferentes grados de miopía, y opacidades corneales **¡Error! Marcador no definido..** La implantación de segmentos o anillos intraestromales para la corrección del queratocono es un procedimiento cada vez más frecuente en la práctica clínica, como lo reportan numerosos estudios en los últimos años **¡Error! Marcador no definido. ¡Error! Marcador no definido. ¡Error! Marcador no definido.** y actualmente constituye una técnica atrayente, tanto para el cirujano refractivo como para los pacientes, cuya última alternativa hasta hace algunas décadas era el trasplante de cornea.

La queratoplastia penetrante se ha realizando durante muchos años para el tratamiento quirúrgico del queratocono, principalmente como indicación en pacientes intolerantes al uso de lentes de contacto o que presentan leucomas centrales, logrando buenos resultados visuales**¡Error! Marcador no definido.** Sin embargo, este procedimiento puede producir efectos adversos, como diferentes grados de miopía, astigmatismo inducido, rechazo del injerto, pérdida progresiva de células endoteliales y otras complicaciones postoperatorias como la endoftalmitis, la generación de glaucoma y catarata.

La mayoría de pacientes con queratocono son personas jóvenes con una alta actividad en su vida diaria, por lo que requieren soluciones con mínimo riesgo, que les aporten una alta calidad de visión, rápida rehabilitación, muy bajo dolor y escasas molestias. Después de informar al paciente con queratocono de los riesgos quirúrgicos, anestésicos, y posibles complicaciones postoperatorias que implican un trasplante corneal, muy posiblemente puedan preferir una técnica

menos riesgosa, realizada con anestesia local, ajustable, y con buenos resultados refractivos. **¡Error! Marcador no definido.**

Durante los últimos 100 años, varios procedimientos han sido empleados en el tratamiento del queratocono como alternativas para el trasplante corneal, algunos de los cuales empeoran el pronóstico a largo plazo.

Entre las técnicas desarrolladas, algunas debilitan la cornea, como la cauterización del ápex, la queratotomía sectorial, la queratotomía fototerapéutica (PRK) y la Queratomileusis in Situ asistida por Laser (LASIK). La cauterización del ápex, técnica desarrollada a principios del siglo pasado, consiste en la aplicación de un cauterio incandescente hasta que la cornea se perfora y produce un leucoma cicatrizal de efecto duradero, con implicaciones visuales y efectos secundarios muy serios que incluyen la pérdida ocular **¡Error! Marcador no definido..** En la década de los 70 se modificó la queratoplastia térmica, aunque con bajo éxito y alta morbilidad, por lo que este y otros procedimientos entraron en desuso.**¡Error! Marcador no definido.** Investigaciones posteriores permitieron producir láseres térmicos más modernos para la realización de queratoplastias, inicialmente el laser YAG **¡Error! Marcador no definido.** y más tarde el laser de diodo.

Con el desarrollo del laser de excimer se intentó tratar el queratocono como una queratectomía terapéutica superficial, inicialmente mediante la PRK en pacientes con intolerancia a los lentes de contacto causada por un leucoma central o nubécula **¡Error! Marcador no definido.** **¡Error! Marcador no definido.,** y posteriormente con LASIK, procedimiento refractivo que a pesar de producir una mejoría en el equivalente esférico postoperatorio y la agudeza visual sin corrección (AVSC), puede ocasionar un empeoramiento de la ectasia con aumento de la miopía y del astigmatismo corneal, acarreando la posterior realización de un

trasplante corneal, por lo que actualmente está contraindicado para el tratamiento del queratocono **¡Error! Marcador no definido.** .

Otros procedimientos para el tratamiento del queratocono refuerzan la cornea. El primero de estos es la epiqueratofaquia, **¡Error! Marcador no definido.** cirugía que consiste en aplanar la cornea ectásica para dar un soporte al domo corneal sobresaliente mediante la adición de tejido de un donante. De esta técnica se han documentado resultados visuales aceptables, pero cuenta con la desventaja de requerir un gran periodo de curación y de estabilización, además de producir una calidad de visión inferior en comparación con la Queratoplastia Penetrante. **¡Error! Marcador no definido.** La queratoplastia lamelar profunda y su modificación, la queratoplastia lamelar anterior profunda (ADLK, por sus siglas en inglés) son técnicas que buscan disminuir los efectos secundarios de la queratoplastia penetrante, pero exigen una curva de aprendizaje prolongada y no están exentas de riesgos quirúrgicos y postoperatorios. **¡Error! Marcador no definido.**

El entrecruzamiento del colágeno o cross-linking corneal es otra técnica que refuerza la cornea, emplea luz ultravioleta asociada a riboflavina como fotomediador para aplanar la cornea y disminuir los valores queratométricos, y de esta manera mejorar la agudeza visual. Esta técnica es nueva y promisoría, pero se reconoce la necesidad de mayor evidencia de su efectividad, en especial de evaluar sus resultados y posibles efectos secundarios a largo plazo **¡Error! Marcador no definido.**

Finalmente, el implante de segmentos intracorneales es una técnica quirúrgica aditiva que tiene como objetivo reforzar la córnea. Propuesta inicialmente por Fleming y Reynolds para la corrección de bajos grados de miopía , ha sido investigada durante los últimos 10 años para la corrección de ectasias corneales **¡Error! Marcador no definido.** .

Si bien, la implantación de los segmentos intracorneales no intenta eliminar o curar la enfermedad existente, por lo que no se le considera un procedimiento refractivo tradicional, constituye una alternativa quirúrgica en el manejo de enfermedades ectásicas de la cornea, indicada especialmente en pacientes cuidadosamente seleccionados que padecen queratocono leve a moderado, quienes no toleran el uso de lentes de contacto y tienen corneas claras. Este procedimiento reduce la curvatura corneal anormal y proporciona soporte biomecánico a las corneas delgadas, con lo cual se logra disminuir el astigmatismo irregular, la miopía inducida y otros cambios propios del queratocono, con el consecuente aumento de la agudeza visual a límites aceptables; de tal forma que se disminuye o retrasa la necesidad de una queratoplastia lamelar o penetrante, como lo documentan algunos estudios clínicos internacionales **¡Error! Marcador no definido. ¡Error! Marcador no definido. ' .**

Además de las ventajas de la técnica y del logro de buenos resultados refractivos, la curva de aprendizaje para dominar la técnica es relativamente corta, especialmente cuando se realiza de forma manual, sin la ayuda de un mecanismo de vacío para la creación de los túneles estromales como ha sido propuesto y difundido por el doctor Paulo Ferrara, **¡Error! Marcador no definido.** mediante la realización de una incisión corneal a nivel del meridiano más curvo, según la valoración por topografía y se crean los túneles estromales a una profundidad del 80% del espesor corneal para implantar los segmentos.

El presente estudio describe la evolución y explora el cambio de los resultados visuales posteriores al implante de segmentos intraestromales Keraring® en el tratamiento de ojos con queratocono. Para la elección de los segmentos se empleó el nomograma recomendado por el Dr. Albertazzi y se empleó la técnica quirúrgica descrita por el Dr. Ferrara. **¡Error! Marcador no definido.** Este es el primer trabajo realizado con dichos objetivos en el territorio nacional, puesto que a

pesar de que en algunos centros médicos especializados del país se practica la técnica quirúrgica hace varios años y en algunos eventos científicos de la especialidad se han difundido buenos resultados clínicos, no se cuenta con reportes científicos de estudios nacionales diseñados para evaluar la efectividad de la técnica quirúrgica.

La población de estudio estuvo constituida por pacientes con características de sexo y edad similar a la de otros reportes **¡Error! Marcador no definido.**, en su mayoría con queratoconos con grados II y III según la clasificación de Krumeich, tal como la serie de 400 casos clínicos publicada en el año 2003 por el Dr. Ferrara, creador de la técnica quirúrgica. —Cabe mencionar que los pacientes con queratoconos grado I generalmente consiguen una buena adaptación a los lentes de contacto o su agudeza visual con gafas es aceptable, no siendo encaminados para un procedimiento quirúrgico; mientras que los pacientes con queratocono grado IV, son menos frecuentes en la práctica clínica y casi siempre son encauzados a queratoplastia por poseer opacificaciones importantes en el centro corneal, paquimetrías muy delgadas y queratometrías muy curvas.

En resumen, los resultados de este estudio demuestran que después de la implantación de segmentos intraestromales (Keraring®) se presentó una disminución del equivalente esférico (EE) por disminución de ambos, el componente cilíndrico y el esférico; además se logró una reducción en los valores queratométricos (Queratometría mayor, queratometría menor y queratometrías promedio), con un incremento significativo de la agudeza visual sin corrección (AVSC) y la agudeza visual con corrección (AVCC), además de una mejoría en el patrón de topografía corneal con disminución en la profundidad de la cámara anterior ACD.

7.1 ASTIGMATISMO Y ESFERA

Uno de los hallazgos más importantes del presente estudio consistió en la disminución estadísticamente significativa del promedio del cilindro en todas las valoraciones durante los dos años de seguimiento (promedio preoperatorio de -4.26 ± 2.14 D y de -2.87 ± 1.88 D a los dos años de evaluación), evidenciándose estabilidad refractiva de este valor a pesar de la gran variación preoperatoria existente debido a los diferentes grados de queratocono intervenidos, con astigmatismos que oscilaban entre -1.75 a -7.0 D originado por los diferentes estadios de la enfermedad. A diferencia de lo que sucede con el astigmatismo, en el poder esférico no fue posible encontrar significancia estadística, posiblemente debido a lo heterogéneo de las valoraciones esféricas, que oscilaban desde valores positivos ($+1.0$ D), hasta valores negativos altos (-8.75 D); solo hasta el tercer mes del postoperatorio se pudo mantener la significancia estadística, para luego aumentar su valor hasta sobrepasar el valor preoperatorio en 0.27 D.

Una razón importante por la que no se presentaron cambios en todos los meses de seguimiento pudo ser la disminución en el tamaño de la población del estudio y el cambio de personas de un momento a otro del seguimiento.

La no disminución significativa de la esfera durante todo el estudio probablemente también se pueda deber también a la progresión de la ectasia, con un aumento paulatino del valor esférico, determinado por la diferente y variable respuesta de los ojos que padecen de queratocono, haciendo que el grupo evaluado en este estudio sea más impredecible e inestable con respecto a este valor refractivo.

Eartan y col 2008 usaron segmentos intraestromales Intacs®, y evidencian disminución significativa y estable del valor esférico. Posterior a la implantación de segmentos intraestromales Keraring®, Shabayek y Alio en el 2007 **¡Error! Marcador no definido.**, encontraron una reducción significativa del cilindro resaltando que usaron un método más preciso en la creación de los canales

estromales, y un número reducido de pacientes, sin mencionar el tiempo corto de seguimiento a seis meses **(Tabla 29)**

La reducción del astigmatismo se debe al efecto de aplanación y de regularización corneal después del implante de los segmentos intraestromales, cambio anatómico que conlleva mejoría en las agudezas visuales de los pacientes, **¡Error! Marcador no definido.** logrando de esta forma uno de los objetivos de la cirugía, disminuir el astigmatismo irregular, el cual es una de las causas de la mala calidad visual en los portadores de queratocono. El logro de los cambios mencionados muy probablemente se relaciona con la adecuada escogencia del eje de la incisión quirúrgica y con el espesor del segmento empleado, de acuerdo con el nomograma usado en el presente estudio.

Posterior a la realización del estudio debido a la disponibilidad en el mercado de segmentos intraestromales con diferentes longitudes de arco y a modificaciones en los nomogramas, es posible obtener mejores resultados en algunos tipos de conos, como el queratocono central, usando el nuevo segmento de 210 grados de arco, con lo cual se logra una mínima inducción de cilindro postoperatorio y reducción del mismo (-5.22 D a -2.26 D; $P = .050$) disminución de las queratometrías (51.49 D a 47.40 D $P = .00014$) y mejoría en la agudeza visual AVCC de 20/125 a 20/55 ($P = .0001$), demostrado en los primeros resultados clínicos en el estudio del 2009 por Ferrara y col El mecanismo de aplanación corneal sigue siendo el mismo generado por segmentos de 160 grados de arco.

Los resultados de otros estudios también sugieren cambios refractivos similares como el de Siganos, Alio Shabayek y Mohammad, aunque no alcanzaron la significancia estadística o no contaron con un tratamiento estadístico adecuado **(Tabla 29)**.

7.2 EQUIVALENTE ESFÉRICO E.E.

Los hallazgos en el equivalente esférico demuestran una reducción en todas las valoraciones postoperatorias, siendo solo durante los primeros tres meses estadísticamente significativo, encontrando 1.85 dioptrías promedio menos que el preoperatorio, sin lograr significancia estadística al finalizar el estudio, probablemente debido a la alta variación preoperatoria de este valor que osciló entre -1.25 a -11.75 dioptrías, y a la pérdida de observaciones a lo largo del tiempo, alcanzando solo la mitad al finalizar las evaluaciones de seguimiento. **(Tabla 29)**. En sus resultados Kwitko y col **¡Error! Marcador no definido.** reportaron también una reducción en el equivalente esférico-

El estudio de Ferrara y col del 2003, con un tiempo de seguimiento en algunos casos de más de 2 años y cerca de 400 ojos evaluados, encontró también una significativa disminución en los valores de equivalentes esféricos promedios de todos sus casos de 4,65 dioptrías, especialmente en queratoconos avanzados donde significativamente esta reducción fue mayor, promediando en 7,84 D. **¡Error! Marcador no definido.**

Shabayek y Alio en el 2007 **¡Error! Marcador no definido.**, Kimionis y col ¹⁶⁰ encontraron disminución significativa en este valor **(Tabla 29)** Mohammad y col en el 2007 **¡Error! Marcador no definido.** por solo 6 meses de seguimiento encontraron que el promedio de equivalente esférico manifiesto (EEP), disminuyó significativamente comparado con lo obtenido en el presente estudio, donde en el mismo tiempo de seguimiento se presentó una disminución mucho menor, de solo 0.45 dioptrías.

7.3 HALLAZGOS QUERATOMETRÍAS Y TOPOGRÁFICOS

Los resultados del presente estudio evidencian una disminución de los valores de queratometrías menor, mayor y promedio, similar a los hallazgos de otros reportes, Aliò y col. **¡Error! Marcador no definido.** y pueden ser explicados por el

efecto de aplanación de la cornea central inducida por los segmentos intraestromales.

Los valores de queratometría mayor o mas curva medidos con queratómetro son más significativos en cuanto a su disminución y estabilidad a lo largo del tiempo, que cuando se comparan con la queratometría menor, tal es así que antes de la intervención el promedio de queratometría mayor era de $53,53 \pm 4,97$ D, al tercer mes de $50,27 \pm 3,55$ D, hacia el año de evolución fue de $49,96 \pm 4,78$ D, con diferencias en 3.57 D, y al final del estudio logro un valor de $51,64 \pm 5,55$ D, siendo este ultimo valor menor en 1.89 D que el valor queratométrico mayor preoperatorio, teniendo en cuenta que el promedio al año de evolución es menor cuando se compara con lo reportado a los dos años, pudiendo presentarse esta variación por la diferencia en el tamaño muestral; estos hallazgos indican claramente que la queratometría mayor o mas curva definitivamente es la más importante en cuanto a reducción queratométrica se refiere en esta serie. Similares resultados queratométricos demostró el Dr Albertazzi **¡Error! Marcador no definido.**

Las queratometrías menores o mas planas también evidenciaron disminución en todas las valoraciones del seguimiento, logrando hacia el mes 12 de seguimiento un valor de 1.92 D, menos que el preoperatorio, y hacia el mes 24, una reducción menor de 0.69 D, probablemente debido al reducido tamaño muestral para ese momento.

Al analizar los resultados en la disminución de los valores promedios queratométricos evaluados con queratometría manual durante el presente estudio, en todas las observaciones se observa disminución de este valor, inclusive con diferencias estadísticamente significativas en cada una de ellas, lográndose una disminución de 2.75 D al final, demostrándose la eficacia y estabilidad del implante de los segmentos intraestromales a lo largo del tiempo

evaluado, logrando así otro de sus principales objetivos, como es el de mantener la aplanación corneal reduciendo la forma del cono, disminuyendo aparentemente su progresión, y conservando además la asfericidad positiva de la cornea. Muy similares resultados reportan Eartan y col en el 2008.

La implantación de segmentos intraestromales genera la interrupción de la progresión biomecánica de la enfermedad y este efecto permite mejorar la visión poco tiempo después al disminuir las aberraciones corneales apicales producidas por la distorsión superficial inducida por el queratocono, logrando posteriormente una mejor adaptación para los lentes de contacto, además de lograr evitar o posponer el trasplante corneal en la mayoría de los pacientes. **¡Error! Marcador no definido.**

Kwitko y col encontraron que el promedio de la curvatura corneal central disminuyó de 48.76 ± 3.97 D preoperatoriamente, a 43.17 ± 4.79 D al final del examen, **(Tabla 29)** Estos autores poseen una gran experiencia clínica y quirúrgica en la implantación de segmentos intraestromales de Ferrara, demostrado en sus resultados post quirúrgicos, cuando se comparan con los del presente estudio, teniendo en cuenta que esta serie de pacientes fueron los primeros casos intervenidos en nuestro medio.

Para Mohammad en 2007 **¡Error! Marcador no definido.** el promedio en la disminución a los 6 meses fue de 3.13 ± 2.35 D. Oliveira, Moreira y col, **¡Error! Marcador no definido.** encontraron reducción al año postoperatorio en el promedio de queratometrías en 4.4 D usando segmentos de Ferrara; esta disminución significativa en el promedio de queratometrías es mayor que las encontrados en el presente estudio para el mismo tiempo de seguimiento que fue de 1.91 D. posiblemente debido a varias causas, una de las cuales implica la mayor pericia y experiencia en la técnica por parte del grupo quirúrgico, y a diferencias clínicas y

refractivas de dichos pacientes, los cuales presentaban en promedio mejores agudezas visuales preoperatorias y al uso de un nomograma diferente.

Exceptuando los hallazgos topográficos en el mes 24, donde se encontraron valores de Queratometria (K) menor, mayor y promedio superiores al preoperatorio, todas las valoraciones queratométricas medidas por el Orbscan II fueron menores al preoperatorio, logrando evidenciar hacia el año de seguimiento disminución de 1.2 D en la K promedio, y al mes 24 un aumento del mismo valor en 0.62 D muy posiblemente debido al reducido número de pacientes valorados y analizados con este método al final de la investigación, no logrando demostrar la disminución que si ocurrió en las queratometrías manuales, donde se pudo evaluar una mayor cantidad de pacientes. Cabe anotar como lo demuestran los resultados, la alta correlación en las medidas queratométricas con ambas modalidades de evaluación, la topográfica y la ejecutada con queratómetro, dejando en evidencia la confiabilidad de esta última medida realizada por el personal de optometría altamente calificado perteneciente al consultorio del doctor V. Galvis, donde se obtuvieron todos estos datos.

7.4 AGUDEZAS VISUALES Y LÍNEAS DE VISIÓN

En cuanto a los efectos visuales de la implantación de segmentos intraestromales los resultados analizados en este estudio son afines a otros estudios similares, como el trabajo de Siganos y Ferrara del 2002 en donde la AVSC y la AVCC mejoro después de 1 y 6 meses; sus datos preoperatorios en AVSC se acercan a los encontrados en el presente estudio, indicando la presencia de algunas similitudes preoperatorias, haciendo comparables sus resultados a los obtenidos en el presente estudio para el mismo sexto mes de seguimiento, observándose claramente mejoría visual, sin ser tan significativa como lo reportado por los autores mencionados.

Otros informes, como el publicado Mohammad y col reportaron que las agudezas visuales sin corrección AVSC mejoraron significativamente. (Tabla 29) A diferencia del estudio de Mohammad donde preoperatoriamente las AVSC son en promedio buenas, los pacientes que fueron intervenidos en el estudio actual presentaban peores agudezas visuales AVSC, relacionadas a valores refractivos mayores, y a un estadio de la enfermedad más avanzado.

Sin embargo las AVSC fueron mejor en todas las valoraciones de seguimiento postoperatorio, inclusive desde el día siguiente a la intervención, promediando el 20/100 ($0,77 \pm 0,38$ logMAR), y durante las valoraciones del primero al doceavo mes se logro significancia estadística en estos valores, no lográndose en el mes 24 de seguimiento la misma significancia; sin embargo se reportaron mejores agudezas visuales sin corrección que en el preoperatorio teniendo en cuenta que para ese momento del seguimiento solo se pudieron evaluar la mitad de los casos de la población inicial.

Números estudios demuestran la mejoría y la ganancia en líneas de agudeza visual postoperatoria; Mohammad y col encontraron ganancia en líneas de visión muy similares a las del actual estudio obteniendo ganancia en un 76 % en cuanto a la AVSC se refiere. **¡Error! Marcador no definido. (Tabla 29)**

Los resultados visuales al usar corrección (AVCC), en el presente estudio demuestran también la mejoría en los promedios durante el tiempo de seguimiento al compararlos con los valores promedios preoperatorios correspondiente a un 20/70, alcanzando significancia estadística hasta el tercer mes, cuando se obtuvieron valores promedios de $0,41 \pm 0,22$ logMAR equivalentes a 20/50 y finalizando hacia el segundo año de seguimiento con promedios de AVCC de $0,32 \pm 0,28$ logMAR, equivalentes a 20/30 siendo este valor el logrado en el grupo de pacientes que pudo ser evaluado al final del estudio, correspondiente a la mitad de la población inicial, lo que podría influir en

la no consecución de la significancia estadística, pero indica que durante el tiempo de seguimiento los pacientes lograron mejorar su agudeza visual corregida, (AVCC) que es un objetivo importante de la cirugía de implante de segmentos intraestromales.

En cuanto a ganancia de líneas de AVCC, se encontró que un 65% (n=13) mejoraron una o más líneas, y no se encontraron cambios postoperatorios en cerca de un 12% (n=2), datos estos satisfactorios y semejantes a los encontrados en otros estudios similares, como el de Kwitko y col **¡Error! Marcador no definido.** en donde un 86,4% de los ojos mejoró la AVCC, porcentaje más alto al encontrado en el presente estudio, probablemente debido a la curva de aprendizaje normal que implica la técnica y a las diferentes características refractivas y clínicas de esos pacientes presentando disminución en la AVCC en un 11,7% (n=6), porcentaje similar el estudio actual.

En el mismo estudio de Kwitko, la AVSC mejoro en un 86 %, no varió en 7.8% (n=3), y empeoro en un 5.8% (n=3), también evidenciando que sus resultados visuales sin corrección fueron ligeramente mejores a los encontrados en el presente trabajo. **(Tabla 29)**

En los resultados visuales de grandes series de pacientes, como la de Ferrara y col, con 400 ojos intervenidos, describen como el promedio de esos pacientes tuvieron visiones corregidas preoperatorias AVCC de 20/100, y de 20/50 como resultado final postoperatorio, siendo la AVSC promedio peor que 20/400 y postoperatoria de 20/100, (Tabla 29); datos muy similares a los obtenidos en el presente estudio a pesar de la gran diferencia en el número de casos estudiados y a la variabilidad de los mismos, lo que demuestra la eficacia de la técnica para mejorar la visión de los pacientes afectos de queratocono independientemente de la cantidad de pacientes que se evalúen.

Datos similares en recuperación de AVSC y de AVCC son demostrados en otros artículos, como el publicado por Colin y col **¡Error! Marcador no definido.** al evaluar en su estudio prospectivo que un 78% de los pacientes evidenciaron mejoría de 2 líneas o más en su AVSC ($p < .001$).

Se presentaron pérdida de líneas de AVCC en un 24% ($n = 4$) de casos al ser evaluados al año de seguimiento, de los cuales tres casos perdieron solo una línea de visión y el caso restante presentó pérdida de dos líneas de agudeza visual corregida; Hallazgos similares son reportados por Kwitko y col **(Tabla 29)**. Estos cambios visuales pueden deberse como causa inicial a la progresión de la ectasia que se evidencia con aumento de los valores esféricos, cilíndricos, queratométricos y con disminución en la agudeza visual principalmente, o pudo presentarse por un bajo efecto de los segmentos insertados proporcionado por una poca profundidad y localización irregular o asimétrica que hubieran podido mantener más estable la ectasia en esos casos; sin embargo existen algunos estudios donde se evidencia que a pesar de realizar la incisión corneal en un eje diferente al meridiano más curvo los resultados visuales son satisfactorios **¡Error! Marcador no definido.**; Para autores como Rabinowitz, el sitio de la incisión debería realizarse donde se esté seguro que los segmentos disecaran la parte más delgada de la cornea, para así aumentar su espesor. **¡Error! Marcador no definido.**

7.5 PROFUNDIDAD DE CÁMARA ANTERIOR ACD.

Los resultados topográficos Orbscan II® (Bausch & Lomb), evidenciaron una disminución estadísticamente significativa en la profundidad de la cámara anterior ACD (Anterior Chamber Depth); a pesar de que la diferencia en estos valores son sutilmente inferiores en el postoperatorio al ser comparadas con el preoperatorio, y que los casos valorados durante el estudio para evidenciar esta disminución fueron cada vez más escasos y que en algunos pacientes no se les realizó topografía corneal con este sistema de elevación, se puede observar el efecto

producido por la aplanación corneal inducida por los segmentos intraestromales a nivel de la cámara anterior en los ojos intervenidos, tal como lo señalan varios autores, entre los cuales está el doctor Roberto Albertazzi, quien reporta en su casuística una disminución mucho mayor en los valores de ACD.

Tabla N° 29 Estudios realizados con el objetivo de evaluar los resultados visuales posterior al implante de segmentos intraestromales EEP equivalente esférico promedio; Q: Queratometría; Q>: queratometría mayor; Q< queratometría menor; D: dioptrías

Estudio (Autor) año publicación	Intacs/Ferrara/ Keraring	N° de ojos participantes	Tiempo de seguimiento Meses	Cambios refractivos Promedio	Cambios en la Agudeza Visual
Colin 2007 ¡Error! Marcador no definido.	Intacs	57	6	Disminución del EEP 3.1 ± 2.5 D y valores de Q en 4.3 ± 2.8 D	La AVCC de 20/40 o más, mejoró de 53% pre operatoriamente, a un 74%.
Siganos 2002 ¡Error! Marcador no definido.	Intacs	33	11	Cambios en valores de Q: 1.94 ± 3.51 D; Promedio de reducción de EEP 1.82 ± 3.03	Mejoría en AVSC de 0.07 a 0.20 . La AVCC de 0.37 a 0.50 al año de seguimiento.
Alio/Shabayek 2006 ¡Error! Marcador no definido.	Intacs	13	48	El EEP mejoró de -5.40 D a -3.95 D; Valores de Q, constantes en los meses 36 y 48	La AVCC incremento de 20/50 a 20/30 constantes a los 48 meses.
Alio/ Shabayek 2006 ¡Error! Marcador no definido.	Intacs	25	6	Cuando la Q mayor < 55 D, la AVCC 3 líneas más; Con Q mayor $>$ 55, la AVCC -1 línea	80% ganaron 3 líneas de AVCC.
Colin/Malet 2007 ¡Error! Marcador no definido.	Intacs	100	24	El EEP mejoró de -6.93 D a -4.01 D	80.5% y 68.3% ganaron líneas de AVSC y AVCC, respectivamente
Eartan. 2006	Intacs	118	12	El EEP mejoró más de 2.00 D en el 70.3% de	81.3% y 73.7% ganaron líneas de AVSC y AVCC

Estudio (Autor) año publicación	Intacs/Ferrara/ Keraring	Nº de ojos participantes	Tiempo de seguimiento Meses	Cambios refractivos Promedio	Cambios en la Agudeza Visual
				los ojos.	respectivamente.
Kwito/Severo. 2004 ¡Error! Marcador no definido.	Ferrara	51	13	El EEP disminuyo de -6.08 D, a -4.55 D. Reducción del cilindro de 3.69 ± 2.20 a 2.12 ± 1.96 D. (P<.01). Disminución en Q de 5.6 D	AVCC mejoro en 86.4% de los ojos, sin cambios en 1.9%, y peor en 11.7%. Un 86% mejoraron líneas de AVSC
Siganos/Ferrara 2002 ¡Error! Marcador no definido.	Ferrara	26	6	El EEP disminuyo de -6.91 a -1.11 D	La AVSC mejoro de 0.37 a 0.60. La AVCC mejoro de 0.37 ± 0.25 (20/60) a 0.60 ± 0.17 (±20/30)
Colin /Cochener 2001 ¡Error! Marcador no definido.	Intacs	10	12	Disminución del cilindro de -4.00 D a -1.30 D	La AVSC mejoro en 2 líneas
Kanellopoulos. 2006 ¡Error! Marcador no definido.	Intacs	20	12	La refracción esférica disminuyo de - 3.38 D a -1.15 D	La AVSC mejoro de 20/154 a 20/28 y AVCC de 20/37 a 29/22
Bóxer- Wachler 2003 ¡Error! Marcador no definido.	Intacs	74	9	El EEP disminuyo de -3.89 D a -1.46 D	La AVSC mejoro 4 líneas.
Shabayek /Alio. 2007 ¡Error! Marcador no definido.	Keraring	21	6	Disminución del EEP en 2,28 D y el promedio queratométrico en 2,24 (P<0,001).D. 2.67 D en el cilindro, y 0.96 en esfera(P≤0.04)	En la AVSC de 0,006 a 0,3 (P<0,0001), y una AVCC de 0,54 a 0,71 (P <0,0003)
Torquetti/Ferrara 2009 ¡Error! Marcador no definido.	Ferrara	35	60	El promedio de las Q menores paso de 48.99D a 44.45 D, y las Q mayores de 54.07 D a 48.09 D. (P.000).	AV no Corregida en distancia paso de 0.15 a 0.31 logMAR. AVC en Distancia, de 0.41 a 0.62 logMAR, (P .003, y P .002)

Estudio (Autor) año publicación	Intacs/Ferrara/ Keraring	Nº de ojos participantes	Tiempo de seguimiento Meses	Cambios refractivos Promedio	Cambios en la Agudeza Visual
					respectivamente
Mohammad 2007 ¡Error! Marcador no definido.	Intacs	30	6	El EEP disminuyó de -6.93 ± 3.52 D a -3.23 ± 2.81 D ($p=.001$). Cilindro de -4.65 ± 1.48 D a -3.90 ± 1.70 . ($p=0.54$).	La AVSC de $0.60 \pm$ 0.31 logMAR a 0.29 . La AVCC paso de 0.25 ± 0.166 logMAR a 0.13 ± 0.14 ; 73,3% ganaron dos o más líneas de AVSC
Eartan 2008 ¡Error! Marcador no definido.	Intacs	306	10.4	Disminución del cilindro de -4.11 ± 2.47 a -3.82 ± 2.50 D ($P>.05$), esferas de -6.04 ± 4.76 a -3.09 ± 4.03 (P <0.5). Q: de 50.70 ± 5.45 a 47.91 ± 5.28 D (2.79D) ($P<0.05$).	La AVSC pre. $1.10 \pm$ 0.54 y post. 0.64 ± 0.41 logMAR; La AVCC pre $0.48 \pm$ 0.34 a 0.28 ± 0.23 ($P < 0.5$). Ganancia de más de 4 líneas de AVCC en un 15%
Kimionis/Siganos 2007 ¡Error! Marcador no definido.	Intacs	17	60	EEP de $-5.54 \pm$ 5.02 D (-12.50 a -3.63) a $-3.02 \pm$ 2.65 D, con rango ($-8.25 -$ 1.88) ($P<.01$)	La AVSC pre fue de 20/50 o peor, al final fue de 20/50 o mejor en el 59%. más de la mitad de los ojos 59%, ganaron de 1 a 8 líneas de AV.
Galvis.	Keraring	28	24	Disminución de 2.75 D en el promedio de Q. Cilindro promedio pre de -4.26 ± 2.14 D y post de -2.8 ± 1.88 ($p<.05$)	Líneas ganadas AVSC 76 % y en AVCC 64.5%. La AVSC de 1.38 ± 0.44 LogMAR, paso a 1.09 ± 0.53 ; y la AVCC de 0.56 ± 0.31 mejoro a 0.32 ± 0.28

7.6 EFECTOS SECUNDARIOS

A nivel del postoperatorio inmediato en los pacientes del estudio las molestias más frecuentes consignadas en la historia clínica de seguimiento fueron irritación ocular, lagrimeo, sensación de cuerpo extraño y dolor leve que ceden usualmente en la primera semana con el tratamiento tópico indicado. Principalmente durante

los primeros tres meses se registraron visión fluctuante, deslumbramiento (glare) y halos, efectos secundarios semejantes a los de otros estudios;**Error! Marcador no definido.**; el deslumbramiento y los halos, todos ellos de predominio nocturno, fueron debidos probablemente al aumento del tamaño de la pupila en condiciones escotópicas, quedando los segmentos cercanos al borde pupilar, lo que produjo en algunos pacientes dificultad para conducir en la noche durante los primeros tres meses.

Los posibles efectos secundarios reportados en la literatura incluyen la aparición de hipermetropía, astigmatismos inducidos, miopía residual e intolerancia al uso de lentes de contacto; **Error! Marcador no definido.** según algunos estudios previos hasta un 10% de los pacientes tratados con Intacs® pueden requerir una segunda intervención para el ajuste de los segmentos, especialmente por el astigmatismo inducido.

Kwitko y Severo **Error! Marcador no definido.** reportaron en su serie descentración en 3.9% de los casos, extrusión en un 19.6%, y queratitis bacteriana en un 1.9%; sugiriendo que la mayoría de las complicaciones de la técnica quirúrgica fueron causadas por la curva de aprendizaje del cirujano y los diferentes procesos de curación de las corneas queratocónicas.

Como se ha descrito el procedimiento de implantación de segmentos intraestromales en el manejo del queratocono es un procedimiento seguro, eficaz y estable, pero no por ello exento de ciertas complicaciones **Error! Marcador no definido.** **Error! Marcador no definido.**

De la experiencia acumulada con estos pacientes, es necesario estar atento ante los posibles riesgos potenciales de la cirugía como también lo exhiben otros autores **Error! Marcador no definido.** entre esos esta la migración, extrusión,

vascularización, infección, exudados, depósitos en el canal o menos grave pero también importante, el aumento del defecto miópico o astigmático.

7.7 COMPLICACIONES ENCONTRADAS

Durante el estudio se encontraron 4 casos en los cuales, debido a sus complicaciones postoperatorias, requirieron el explante de uno o ambos segmentos intraestromales durante el primer año del seguimiento equivalentes a un 14,3% del total. Debido al riesgo inminente o a la extrusión en un 7,1% (n=2) del total; el tercer caso a dolor y migración 3.5% (n=1) y por infección o queratitis desarrollada al cuarto mes postoperatorio en un caso correspondiente al restante 3.5%. Miranda y col. posterior al implante de segmentos de Ferrara, reportaron complicaciones como descentración en un ojo (2.7%), posición asimétrica de los segmentos en dos ojos (5%), migración de los segmentos en dos ojos (5%), extrusión del segmento en cinco ojos (13.8%), conjuntivitis en un ojo (2.7%), e hidrops en un ojo (2.7%).

En el primer caso se trataba de un queratocono grado III, paquimetría a nivel central muy delgada en 349 μ s y queratometría promedio cercana a las 58 dioptrías. La cirugía no presentó complicaciones, pero los dos segmentos quedaron implantados superficialmente; todos estos motivos probablemente llevaron a la extrusión de los segmentos intraestromales con su consiguiente explante al primer mes en el segmento temporal, y al cuarto mes el segundo segmento localizado en el área nasal.

Los cambios refractivos inducidos por los segmentos donde se evidencio un aumento del equivalente esférico posterior al tercer mes en cerca de 4 dioptrías, a expensas de la esfera, debido a que los valores de astigmatismo topográfico (simK) no evidenciaron este mismo aumento. A pesar de estos cambios, las agudezas visuales preoperatorias (AVSC y AVCC) logMAR de 1.9 y 0.4

respectivamente, comparadas a las encontradas al finalizar el seguimiento en el mes 24, no presentaron prácticamente ninguna variación. La cornea intervenida retornó a sus valores pre quirúrgicos queratométricos, mostrando que durante el corto tiempo en que los segmentos estuvieron implantados no lograron crear el efecto de aplanación esperado, posiblemente debido a su implantación superficial en el estroma corneal.

En el segundo caso que presento complicación postoperatoria, se implantaron dos segmentos, cada uno 50 μ s más gruesos de lo recomendado por el nomograma usado. Clínicamente se evidenció desde el postoperatorio mediato migración con contacto a nivel inferior de ambos segmentos y la implantación superficial de los mismos, especialmente el segmento temporal que media 300 μ s de espesor, indicando probablemente que durante la creación del túnel estromal la incisión fue poco profunda y se sobrepasó el tope con el disector estromal indicado en la demarcación epitelial realizada con tinción azul; muy probablemente por estos motivos se presentó una franca extrusión del mencionado segmento hacia el séptimo mes del postoperatorio requiriendo su explante, el cual fue realizado sin complicaciones.

En la literatura, los anillos o segmentos de Ferrara se asocian a una alta prevalencia de extrusión presentándose hasta en un 13.8% de ojos, **¡Error! Marcador no definido.** representando inclusive la complicación de mayor frecuencia. En otros reportes con casuística mayor que el actual estudio, se presentan tasas de extrusión del 3.7 % y en un 65 % la presencia de depósitos intracorneales

La profundidad del segmento restante a nivel nasal no extruido fue de 110 μ s, sin presentar inconvenientes durante el tiempo de seguimiento, posiblemente debido a que la profundidad a la cual se implanto era la adecuada.

Lo que se encontró después durante el seguimiento posee alta significancia clínica, teniendo en cuenta que las agudezas visuales con corrección AVCC, presentaron mejoría desde 0.6 LogMAR (20/80) preoperatoriamente, hasta 0.18 (20/30) al final del estudio a pesar de lo sucedido, y de que el equivalente esférico preoperatoriamente alto de -5.5 dioptrías haya presentado también una notable disminución de 4 dioptrías hasta el sexto mes, con posterior incremento luego del explante del segmento temporal los meses 12 y 24, alcanzando sus valores de inicio, indicando así el efecto de aplanación y de estabilización corneal que se había logrado con los dos segmentos implantados, y de la persistencia del efecto en la agudeza visual con corrección AVCC que generó el segmento restante.

Estudios donde se comparan los resultados visuales después del implante de uno o de dos segmentos para la corrección del queratocono demuestran también la ganancia en líneas de agudeza visual sin corrección y con corrección logradas al implantar un único segmento, incluso con resultados más significativos en el grupo con implante único. **¡Error! Marcador no definido.** Todo esto indica que la implantación de un único segmento en los pacientes con queratocono también trae beneficios refractivos y mejoría en la agudeza visual, probablemente por el efecto de aplanación y regularización corneal que inducen, pero lo ideal es respetar y seguir el nomograma recomendado por la casa fabricante.

En el tercer caso que presento complicación (Caso 3 – JVA), al cual se le implantaron dos segmentos intraestromales, uno de los cuales, el del sector temporal, tenía más espesor del recomendado por el nomograma usado, al tener 100 μm más en su grosor; a pesar de esto, se requirió explantar el segmento del lado nasal, que poseía 200 μm de espesor, el cual presento migración, asociado a dolor constante durante el postoperatorio, muy posiblemente debido a que se implanto superficialmente en comparación al otro segmento a pesar de tener menos espesor; esta explantación no presento complicaciones.

Lo más notorio posterior al implante de los segmentos fue el aplanamiento corneal evidenciado en la disminución del promedio de las queratometrías, de 51.5 dioptrías preoperatoriamente, a 47.0 dioptrías en el tercer mes postoperatorio, disminuyéndose en 3.5 dioptrías, manteniéndose casi sin variación incluso después del explante del segmento mencionado en 46.4 dioptrías. Al año de evolución, y luego de la realización de crosslinking, se evidencio en las dos últimas observaciones en los meses 12 y 24, un aumento de este promedio queratométrico, hasta valores de 49.25 y 49.88 dioptrías respectivamente, indicando la tendencia en este paciente a retornar a sus valores queratométricos preoperatorios. Algunos reportes donde se combinan ambas técnicas en el manejo del queratocono evidencian reducción en el cilindro manifiesto y el promedio queratométrico revelando un efecto sinérgico el cual puede conducir a mejores resultados que cuando se realiza implantación sola de segmentos intraestromales, como lo reporta Colin y col. En este caso se pudo evidenciar mejoría en las agudezas visuales sin y con corrección obteniendo ganancia importante de siete líneas de visión al final del estudio, pero aumentaron los valores queratométricos posterior a pesar del empleo de crosslinking.

En la paciente que se presento un cuadro queratitis infecciosa posterior al cuarto mes del implante, (caso 4 – MLR) cabe destacar el uso crónico de lentes de contacto durante más de 30 años, y el ojo seco que tenía como factores de riesgo de importancia. Dos segmentos Keraring®, de 200 µm en el sector nasal y el otro de 300µm en el lado temporal fueron implantados. Se realizo explante de ambos segmentos, con un intenso manejo antibiótico tópico desde ese mismo momento, seguido de tratamiento por vía endovenosa durante varios días. El reporte bacteriológico informo *Estafilococo aureus*, patógeno encontrado con alta frecuencia en otros reportes de casos similares donde hasta en un 25% es la causa de la infección **¡Error! Marcador no definido.**

Al final del seguimiento en el sexto mes la AVSC y AVCC eran ligeramente mejores que en el preoperatorio, con reducción de la profundidad de la cámara anterior ACD, y del astigmatismo topográfico simulado, los que prácticamente volvieron a sus valores preoperatorios valorados al sexto mes. Esto evidencia que en este caso, a pesar de la complicación grave que ocurrió y las modificaciones refractivas inducidas por los segmentos, las agudezas visuales no presentaron modificaciones significativas, como también lo reportaron otros autores con casos similares de queratitis posterior al implante de segmentos Intacs **¡Error! Marcador no definido.**

8. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El presente estudio tuvo un abordaje descriptivo, no se realizó un cálculo muestral para encontrar diferencias en las variables de interés ya que sus participantes correspondieron a la totalidad de los pacientes atendidos en un centro clínico oftalmológico entre agosto de 2005 y diciembre de 2006, ni se establecieron mecanismos específicos para lograr la participación de los pacientes en el seguimiento realizado; en consecuencia, la población de estudio varió en las diferentes evaluaciones de seguimiento, lo cual disminuyó el poder estadístico para evaluar el cambio de los resultados visuales, por lo que los resultados que se reportan tienen carácter exploratorio.

A pesar de estas limitantes, fue evidente la mejoría clínica de los participantes en las variables de interés en algunas de las valoraciones en el período postoperatorio. Se requieren sin embargo, otros estudios que permitan evaluar adecuadamente la estabilidad de los cambios logrados en los resultados visuales, así como, la realización de investigaciones con un abordaje experimental.

9. CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio y otros reportes, indican que a corto y mediano plazo los segmentos intraestromales podrían representar un procedimiento seguro, reversible y eficaz para los pacientes con queratocono en sus diferentes estadios clínicos, en especial para aquellos que son intolerantes al uso de lentes de contacto quienes tenían como única opción quirúrgica el trasplante de cornea. Sin embargo, aún se requiere de estudios que evalúen los resultados visuales a largo plazo y que involucren una metodología de tipo experimental.

La implantación de segmentos intraestromales Keraring ofrece para los pacientes con queratocono una mejoría en la agudeza visual, al disminuir principalmente el astigmatismo y la esfera refractiva como resultado del efecto de aplanación de la cornea central que se evidencia en la disminución de los valores queratométricos promedios.

Los mejores resultados refractivos posterior al implante de segmentos Keraring se obtienen en el componente cilíndrico, el cual presenta disminución significativa durante todo el tiempo de seguimiento que el evindecido en el valor esférico.

En este estudio se demostró la disminución en la profundidad de la cámara anterior (ACD) posterior a la implantación de los anillos intraestromales, con lo cual se evidencia que la técnica logra regularizar la superficie corneal para contribuir a una mejor adaptación de un lente de contacto o gafas.

La implantación de Segmentos intraestromales es un procedimiento que no afecta el eje visual central, al ser implantados entre 5 mm y 7 mm de la zona óptica central, requiriendo anestesia local para su inserción en la cornea, un

postoperatorio con bajos niveles de complicaciones serias y recuperación de la visión relativamente rápida.

10. RECOMENDACIONES

Es de vital importancia la adecuada realización de la mejor refracción pre quirúrgica posible, debido a que este datos, y los arrojados por el topógrafo se utilizan para el cálculo de los segmentos; una refracción inadecuada o difícil de tomar por el optómetra, debería alertar al cirujano de la posibilidad de realizarla con auto refractómetro o más importante aún, basarse en los datos topográficos, especialmente en queratoconos avanzados, donde la refracción arroje valores de esfera positivas, y según el nomograma a usar este indicado un solo segmento.

Hoy en día, con el avance y ajustes que han tenido los nomogramas para el cálculo de los segmentos, es trascendental el respetar las recomendaciones hechas por parte de la casa fabricante, para obtener resultados más predecibles y acordes al efecto esperado.

La implantación manual de los segmentos intraestromales exige de una curva de aprendizaje por parte del cirujano oftalmólogo relativamente corta, pero acompañada de una persona experta en la materia, para tratar de evitar al máximo las posibles complicaciones y efectos secundarios de una cirugía deficientemente planeada y una técnica quirúrgica mal realizada.

Hoy en día con la disponibilidad del laser de fentosegundo para la creación de los canales estromales más precisos en sus dimensiones y localización, pero sobre todo con menor riesgo de perforación corneal, la técnica quirúrgica puede ser más depurada, más rápida que la técnica manual de disección, y probablemente con mejores resultados y menores complicaciones postoperatorias, aunque los estudios actuales no encuentren mayores diferencias en los resultados refractivos al comparar ambas técnicas

Es de vital importancia el seguimiento estricto de los pacientes en el postoperatorio, haciendo énfasis en el manejo antibiótico durante las dos primeras semanas, con las recomendaciones y signos de alarma a los pacientes, además de realizar seguimiento de sus agudezas visuales, refracción, queratometría, y estudio topográfico, para poder analizar y valorar los cambios corneales inducidos en los ojos intervenidos con los segmentos intraestromales

BIBLIOGRAFIA

¡Error! Marcador no definido. McDonald MB, Kaufman HE, Durrie DS, et al. Epikeratophakia for keratoconus: the nationwide study. Arch Ophthalmol 1986;104:1294–1300

¡Error! Marcador no definido. Mortensen J, Carlsson K, Ohrstrom A. Excimer laser surgery for keratoconus. J Cataract Refract Surg 1998;24:893–898

¡Error! Marcador no definido. Buzard KA, Fundingsland BR. Corneal transplant for keratoconus: results in early and late disease. J Cataract Refract Surg 1997; 23:398–406

¡Error! Marcador no definido. Brierly SC, Izquierdo L Jr, Mannis MJ. Penetrating keratoplasty for keratoconus. Cornea 2000; 19:329–332

¡Error! Marcador no definido. Legeais JM, Parc C, d'Hermies F, Pouliquen Y, Renard G. Nineteen years of penetrating keratoplasty in the Hotel-Dieu Hospital in Paris. Cornea 2001;20:603-6

¡Error! Marcador no definido. Sharif KW, Casey TA. Penetrating keratoplasty for keratoconus: complications and long-term success. Br J Ophthalmol 1991;75:142-6.

¡Error! Marcador no definido. Olson RJ, Pingree M, Ridges R, Lundergan ML, Alldredge C Jr, Clinch TE. Penetrating keratoplasty for keratoconus: a long-term review of results and complications. J Cataract Refract Surg 2000;26:987-91

¡Error! Marcador no definido. Lafond G, Bazin R, Lajoie C. Bilateral severe keratoconus after laser in situ keratomileusis in a patient with forme fruste keratoconus. J Cataract Refract Surg 2001; 27: 1115–1118

¡Error! Marcador no definido. Siganos D, Ferrara P, Chatzinikolas K, et al. Ferrara intrastromal corneal rings for the correction of keratoconus. J Cataract Refract Surg 2002; 28:1947–1951

¡Error! Marcador no definido. Colin J, Cochener B, Savary G, et al. Correcting keratoconus with intracorneal rings. Refract Surg 2000;26:1117–1122

¡Error! Marcador no definido. Wollensak G, Spoerl E, Seiler T. Riboflavin/ultraviolet- A-induced collagen crosslinking for the treatment of keratoconus. Am J Ophthalmol 2003; 135:620–627

¡Error! Marcador no definido. Colin C. Chan K. Effect of inferior-segment Intacs with and without C3-R on keratoconus J Cataract Refract Surg 2007; 33:75–80

¡Error! Marcador no definido. Krachmer JH, Feder RS, Belin MW: Keratoconus and related noninflammatory corneal thinning disorders. Surv Ophthalmol 1984 28:293-322

¡Error! Marcador no definido. Smolek MK PhD. Klyce SD PhD Is Keratoconus a True Ectasia? .Arch Ophthalmol; 2000ˆ118

¡Error! Marcador no definido. Rabinowitz YS, Nesburn AB, McDonnell PJ: Videokeratography of the fellow eye in unilateral keratoconus. Ophthalmology 1993; 100:181-6.

¡Error! Marcador no definido. Rabinowitz YS. Corneal Topography (Review Article). Current Opinions in Ophthalmology. Current Science.1993,4;IV:69-74.

¡Error! Marcador no definido. Buddi R, Lin B, Atilano SR, et al. Evidence of oxidative stress in human corneal diseases. *J Histochem Cytochem*. 2002;50:341–351

¡Error! Marcador no definido. Atilano SR, Coskun P, Chwa M, et al. Accumulation of mitochondrial DNA damage in keratoconus corneas. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2005;46:1256–1263

¡Error! Marcador no definido. Kim W, Rabinowitz YD, Experimental Eye Research Keratocyte Apoptosis Associated with Keratoconus 1999

¡Error! Marcador no definido. Heon E, Greenberg A, Kopp KK, et al. Related VSX1: a gene for posterior polymorphous dystrophy and keratoconus. *Hum Mol Genet* 2001;11(9):1029–36

¡Error! Marcador no definido. Kim JH, Hwang JM, Kim HJ, Yu YS. Characteristic ocular findings in Asian children with Down syndrome. *Eye*. 2002;16:710–714

¡Error! Marcador no definido. Udar N, Shari R. SOD1: A Candidate Gene for Keratoconus *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2006; 47:3345–3351

¡Error! Marcador no definido. Krachmer JH, Feder RS, Belin MW: Keratoconus and related noninflammatory corneal thinning disorders. *Surv Ophthalmol* 28:293-322, 1984

¡Error! Marcador no definido. Moreira H, Oliveira CS, Godoy G, Wahab SA. Anel intracorneano de Ferrara em ceratocone. *Arq Bras Oftalmol* 2002;65:59-63

¡Error! Marcador no definido. Kennedy RH : A 48-year clinical and epidemiologic study of keratoconus. *Am J ophthalmol* 101:267-273, 1986

¡Error! Marcador no definido. Maguire LJ, Meyer RF: Ectatic corneal degenerations, in Kaufman H (ed) *The Cornea*, 1988, pag 485-510.

¡Error! Marcador no definido. Davis LJ, Keratoconus: Current understanding of diagnosis and management *Clinical Eye and Vision Care*, Volume 9, Issue 1, March 1997, Pages 13-22

¡Error! Marcador no definido. Rabonowitz YS, Klyce SD, Krachmer JH, et al; Videokeratography, keratoconus, and refractive surgery. *Opinions. Refract Corneal Surg* 5: 403-407, 1992

¡Error! Marcador no definido. Amsler, M. Le keratocone fruste au javal. *Ophthalmologica* 1938; 96: 77-83

¡Error! Marcador no definido. Krumeich JH, Daniel J, Knulle A. Live-epikeratophakia for keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 1998; 24:456–463

¡Error! Marcador no definido. Bawazeer AM, Hodge WG, Lorimer B. Atopy and keratoconus: a multivariate analysis. *Br J Ophthalmol* 2000; 84:834–6.

¡Error! Marcador no definido. Shapiro MB, France TD. The ocular features of Down's syndrome. *Am J Ophthalmol.* 1985;99:659–663.

¡Error! Marcador no definido. Dharmaraj S, Leroy BP, Sohocki MM, et al. The phenotype of Leber congenital amaurosis in patients with AIPL1 mutations. *Arch Ophthalmol.* 2004;122:1029–1037

¡Error! Marcador no definido. Lichter H, MD, N. Loya, MD Keratoconus and Mitral Valve Prolapse American Journal of Ophthalmology Volume 129, Issue 5, May 2000, Pages 667-668

¡Error! Marcador no definido. Sharif KW, Casey TA, Coltart J. Prevalence of mitral valve prolapse in keratoconus patients. J Roy Soc Med 1992;85:446–448

¡Error! Marcador no definido. Hartstien J. Keratoconus that developed in patients wearing corneal contact lenses. Arch Ophthalmol 1968; 80:345–6.

¡Error! Marcador no definido. Schmitt-Bernard C, Schneider CD, Blanc D, Arnaud B. Keratographic analysis of a family with keratoconus in identical twins. *J Cataract Refract Surg.* 2000;26:1830–1832

¡Error! Marcador no definido. Amsler M. Keratocone classique et keratocone fruste, arguments unitaires. Ophthalmologica 1946;111:96-101

¡Error! Marcador no definido. Wilson SE, Lin DTC, Klice SD. The topography of keratoconus. Cornea 1991; 10: 28

¡Error! Marcador no definido. Randleman JB. Postlaser in-situ keratomileusis ectasia, current understanding and future directions. Curr Opin Ophthalmol. 2006 Aug; 17(4): 406-12

¡Error! Marcador no definido. Bahar I, Levinger S, Kremer I. Wavefront-supported photorefractive keratectomy with the Bausch & Lomb Zyoptix in patients with myopic astigmatism and .suspected keratoconus J Refract Surg. 2006 Jun; 22(6): 533-8.

¡Error! Marcador no definido. Rabinowitz YS, Videokeratographic indices to aid in screening for keratoconus. J Refract Surg 1995; 11; 371 379

¡Error! Marcador no definido. Rabinowitz YS, McDonnell PJ. Computer-assisted corneal topography in keratoconus. Refract Corneal Surg 1989; 5: 400-406

¡Error! Marcador no definido. Maeda N, Klice SD, Automated keratoconus screening with corneal topography analysis. Invest ophthalmol and Vis Sci 1994;35; 2749 2757

¡Error! Marcador no definido. Rabinowitz YS, Rasheed K. KI SA% System a new videokeratography system for de early detection of keratoconus, Journal of Cataract and Refractive surgery 1999; 25;10; 1327 1336

¡Error! Marcador no definido. Rawinobitz Y. Definicion, etiología y diagnostico de queratocono. Tratamiento del Astigmatismo irregular y del Queratocono. Highlights Of Ophthalmology. 2004; Cap 20, 241- 260

¡Error! Marcador no definido. Mahmoud AM, Roberts C, Herderick EE, Lembach RG, Markakis G. The Cone location and magnitude index (CLMI). Invest Ophthalmol Vis Sci 2001;42:s898.

¡Error! Marcador no definido. Rabinowitz YS, Yan H, Akkina J, Videokeratography of normal human corneas. Brit Journal Ophthalmol 1996;80: 610 616

¡Error! Marcador no definido. Cairns G, McGhee CNJ. Orbscan computerized topography: attributes, applications, and limitations. J Cataract Refract Surg

¡Error! Marcador no definido. Agarwal A. Kanjani N, Agarwal A. "Wavefront Analysis" Aberrometros y Topografía Corneal. Sistemas de topografía, Orbscan

(Bausch & Lomb), Highlights of Ophthalmology 2003 Capitulo 4 Parte 1. Pag 97
107

¡Error! Marcador no definido. Rao SN, Raviv T, Majmudar PA, Epstein RJ. Role of Orbscan II in screening keratoconus suspects before refractive corneal surgery. Ophthalmology 2002; 109: 1642-1646

¡Error! Marcador no definido. Cairns G, McGhee CN. Orbscan computerized topography: Attributes, applications and limitations. J Cataract Refract Surg 2005; 31: 205-200

¡Error! Marcador no definido. McDermott G K Topography's benefits for LASIK. Review of Ophthalmology, Editorial, vol 9;03 2001

¡Error! Marcador no definido. Arce C. Moreno G. Análisis Topográfico con Orbscan II: Actualización, Congreso ALACCSA. Conferencia Magistral, Buenos Aires Argentina. 2006

¡Error! Marcador no definido. Quisling S, Sjoberg S, Zimmerman B. Comparison of Pentacam and Orbscan II on Posterior Curvature Topography Measurements in Keratoconus Eyes. Ophthalmology 2006; 113: 1629-32

¡Error! Marcador no definido. Roberts C. J. Ph.D., and Züger B, Ph.D The Advantage and Principle of Dual Scheimpflug Imaging for Analyzing the Anterior Segment of the Human Eye GALILEI Scheimpflug Analyzer 2006

¡Error! Marcador no definido. Bühren J, Kühne C, Kohnen T. Defining Subclinical Keratoconus Using Corneal First-Surface Higher-Order Aberrations. Am J Ophthalmol 2007; 143: 381-389

¡Error! Marcador no definido. Luce DA. Determining in vivo biomechanical properties of the cornea with an ocular response analyzer. J Cataract Refract Surg 2005; 31: 156-62

¡Error! Marcador no definido. Krachmer JH. Pellucid marginal corneal degeneration. Arch Ophthalmol 1978; 96:1217–1221

¡Error! Marcador no definido. Speaker MG, Arentsen JJ, Laibson PR. Long-term survival of large diameter penetrating keratoplasties and pellucid marginal degeneration. Acta Ophthalmol Suppl 1989; 192:17–19

¡Error! Marcador no definido. Robert C. Arffa, Grayson: Enfermedades de la cornea, 3ª edición, Mosby Year Book.

¡Error! Marcador no definido. Buxton JN: Contact Lens in keratoconus, Contact Intraocular Lens Med J 1978;4:74

¡Error! Marcador no definido. Yeung K, Egbahli F. Clinical experience with piggyback contact lens systems on keratoconic eyes. J Amer Optom Assoc 1995; 66:539 543

¡Error! Marcador no definido. Price FW, Marks RG. Graft survival in four common groups of patients undergoing penetrating keratoplasty, Ophthalmology 1991; 98:322 328

¡Error! Marcador no definido. Kirkness CM, Ficker LA, Steele AD, Rice NS. The success of penetrating keratoplasty for keratoconus. Eye. 1990;4:673–688.

¡Error! Marcador no definido. Smolin G. Dystrophies and Degenerations. In: Smolin G and Thoft RA. The Cornea. Scientific foundations and clinic practice. Boston. 2 da ed. 1987; 449

¡Error! Marcador no definido. Tuft, SJ. Gregory, WM. Bilateral penetrating keratoplasty for keratoconus. Ophthalmology. 1995; 102: 462 468

¡Error! Marcador no definido. Lahners WJ, Russel B, Grossniklaus HE, Stulting DR. Keratolysis following excimer laser phototherapeutic keratectomy in a patient with keratoconus. J Refract Surg 2001; 17:555–558

¡Error! Marcador no definido. Mortensen J, Carlsson K, Ohrstrom A. Excimer laser surgery for keratoconus. J Cataract Refract Surg 1998; 24:893–898

¡Error! Marcador no definido. Garcia ML. Adaptacion de lentes de contacto en queratocono. Tratamiento del Astigmatismo irregular y del Queratocono. Highlights Of Ophthalmology .2004; Cap 23, 267- 279

¡Error! Marcador no definido. Keates RH, Falkenstein S. Keratoplasty in keratoconus. Am J Ophthalmol 1972; 74:442–444

¡Error! Marcador no definido. Ferrara intrastromal corneal rings for the correction of keratoconus. J Cataract Refract Surg. 2002 Nov; 28(11):1947-51

¡Error! Marcador no definido. Wollensak G, Spoerl E, Seiler T. Riboflavin/ultraviolet-A-induced collagen crosslinking for the treatment of keratoconus. Am J Ophthalmol 2003; 135:620–627

¡Error! Marcador no definido. Mazzotta C., Balestrazzi A. Treatment of Progressive Keratoconus by Riboflavin-UVA–Induced Cross-Linking of Corneal Collagen

Ultrastructural Analysis by Heidelberg Retinal Tomograph II In Vivo Confocal Microscopy in Humans. Cornea 2007;26:390–397

¡Error! Marcador no definido. Colin J, MD, Velou S, MD Current surgical options for keratoconus update / review J Cataract refractive Surg. Vol 29, 2003 379-386

¡Error! Marcador no definido. Kaufman HE, Werblin TP. Epikeratophakia for the treatment of keratoconus. Am J Ophthalmol 1982; 93: 342–347

¡Error! Marcador no definido. Secundo W. Stevens Julian D. Perspectiva histórica del tratamiento quirúrgico del queratocono a la vuelta del siglo XX. Tratamiento del Astigmatismo irregular y del Queratocono. Highlights Of Ophthalmology .2004; Cap 20, 235- 239

¡Error! Marcador no definido. Wray C. The operative treatment of Keratoconus 1913;7:152-153

¡Error! Marcador no definido. Golovine. Operative treatment of conical cornea Ophthalmology 1912;8;323-331

¡Error! Marcador no definido. Critchett A. Conical cornea; its surgical evolution. London: Morton & Burt: 1903

¡Error! Marcador no definido. Gibbons E. Keratoconus. Ophthalmology 1914: 11:77-78

¡Error! Marcador no definido. Killick C. The treatment of conical cornea. Proceedings of the Royal Society of Medicine 1922; 11:24-25

¡Error! Marcador no definido. Gunert. The operative treatment of keratoconus. Ophthamology 1913; 9:163-164

¡Error! Marcador no definido. Aquavella JV, Smith RS. Alterations in corneal morphology following thermokeratoplasty. Arch Ophthalmol 1976;94:2082-2085

¡Error! Marcador no definido. Thompson VM, The Holmium laser; thermokeratoplasty. Refractive Surgery. New York: Thieme: 1999:453-460

¡Error! Marcador no definido. Geerling G. Diodenlaser-thermokeratoplastik. Die letzten klinischen Erfahrungen. Ophthalmologe 1999;96: 306-311.

¡Error! Marcador no definido. Amayem AF, Anwar M. Fluid lamellar keratoplasty in keratoconus. Ophthalmology 2000; 107:76-80

¡Error! Marcador no definido. Sato T. Posterior incision of cornea: surgical treatment for conical cornea and astigmatism. Am J Ophthalmol 1950; 33: 943-948

¡Error! Marcador no definido. Buratto L, Belloni S, Valeri R. Excimer laser lamellar keratoplasty of augmented thickness for keratoconus. J Refract Surg 1998; 14:517-525

¡Error! Marcador no definido. Coombes AGA, Kirwan JF, Rostron CK. Deep lamellar keratoplasty with lyophilised tissue in the management of keratoconus. Br J Ophthalmol 2001; 85:788-791

¡Error! Marcador no definido. Shimmura S, Tsubota K. Deep anterior lamellar keratoplasty. Curr Opin Ophthalmol 2006;17:349-355.

¡Error! Marcador no definido. Anwar M, Teichmann KD. Deep lamellar keratoplasty: surgical techniques for anterior lamellar keratoplasty with and without baring of Descemet's membrane. Cornea 2002;21:374-383

¡Error! Marcador no definido. Benson WH, Goosey CB, Prager TC, Goosey JD. Visual improvement as a function of time after lamellar keratoplasty for keratoconus. Am J Ophthalmol 1993;116:207-211

¡Error! Marcador no definido. Manche EE, Holland GN, Maloney RK. Deep lamellar keratoplasty using viscoelastic dissection. Arch Ophthalmol 1999;117:1561-1565

¡Error! Marcador no definido. Javadi MA, Feizi S, Jamali H, Mirbabaei F. Deep Anterior Lamellar Keratoplasty Using the Big-Bubble Technique in Keratoconus J Ophthalmic Vis Res 2009; 4 (1): 8-13

¡Error! Marcador no definido. Kirkness CM, Ficker LA, Steele ADM, Rice NSC. The success of penetrating keratoplasty for keratoconus. Eye 1990;4: 673–88

¡Error! Marcador no definido. Silbiger JS, Cohen EJ, Laibson PR. The rate of visual recovery after penetrating keratoplasty for keratoconus. CLAO J 1996; 22:266–269

¡Error! Marcador no definido. Lim L, Pesudovs K, Coster J, Visual Outcome in Penetrating Keratoplasty for Keratoconus Ophthalmology Volume 107, Number 6, June 2000

¡Error! Marcador no definido. Zadok D, Schwartz S. Penetrating Keratoplasty for Keratoconus Long-Term Results Cornea Volume 24, Number 8, November 2005

¡Error! Marcador no definido. Kremer I, Eagle RC, Rapuano CJ, Laibson PR. Histologic evidence of recurrent keratoconus seven years after keratoplasty. Am J Ophthalmol 1995; 119:511–512

¡Error! Marcador no definido. Krivoy D, McCormick S, Zaidman GW. Postkeratoplasty keratoconus in a nonkeratoconus patient. Am J Ophthalmol 2001; 131:653–654

¡Error! Marcador no definido. Nirankari VS, Karesh J, Bastion F, et al. Recurrence of keratoconus in donor cornea 22 years after successful keratoplasty. Br J Ophthalmol 1983; 67:23–28

¡Error! Marcador no definido. Coombes AGA, Kirwan JF, Rostron CK. Deep lamellar keratoplasty with lyophilised tissue in the management of keratoconus. Br J Ophthalmol 2001; 85:788–791

¡Error! Marcador no definido. Buratto L, Belloni S, Valeri R. Excimer laser lamellar keratoplasty of augmented thickness for keratoconus. J Refract Surg 1998; 14:517–525

¡Error! Marcador no definido. Haugen OH, Høvding G, Eide GE, Bertelsen T. Corneal grafting for keratoconus in mentally retarded patients. Acta Ophthalmol Scand 2001; 79:609–615

¡Error! Marcador no definido. Edrington TB, Szczotka LB, Barr JT, et al. Rigid contact lens fitting relationships in keratoconus. Optom Vis Sci 1999;76:692–699

¡Error! Marcador no definido. Maeda N, Klyce SD, Smolek MK. Radial keratotomy on keratoconus: a question of safety [letter]. J Cataract Refract Surg 1994; 20:670–671

¡Error! Marcador no definido. Mamalis N, Montgomery S, Anderson C, Miller C. Radial keratotomy in a patient with keratoconus. Refract Corneal Surg 1991; 7:374–376

¡Error! Marcador no definido. Moodaley L, Lin C, Woodward EG, et al. Excimer laser superficial keratectomy for proud nebulae in keratoconus. Br J Ophthalmol 1994; 78:454–457

¡Error! Marcador no definido. Colin J, Cochener B, Bobo C, et al. Myopic photorefractive keratectomy in eyes with atypical inferior corneal steepening. J Cataract Refract Surg 1996; 22:1423–1426

¡Error! Marcador no definido. Kremer I, Schochet Y, Kaplan A, Blumenthal M. Three year results of photoastigmatic refractive keratectomy for mild and atypical keratoconus. J Cataract Refract Surg 1998; 24:1581–1588

¡Error! Marcador no definido. Vinciguerra P, Camesasca FI. Prevention of corneal ectasia in laser in situ keratomileusis. J Refract Surg 2001; 17:S187–S189; errata, 293

¡Error! Marcador no definido. Wagoner MD, Smith SD, Rademaker WJ, Mahmood MA. Penetrating keratoplasty vs epikeratoplasty for the surgical treatment of keratoconus. J Refract Surg 2001; 17:138–146

¡Error! Marcador no definido. Goosey JD, Prager TC, Goosey CB, et al. A comparison of penetrating keratoplasty to epikeratoplasty in the surgical management of keratoconus. Am J Ophthalmol 1991; 111:145–151

¡Error! Marcador no definido. Colin J. European clinical evaluation: use of Intacs for the treatment of keratoconus. J Cataract Refract Surg 2006; 32:747–755

¡Error! Marcador no definido. Ucakhan OO, Kanpolat A, Ozdemir O. Contact lens fitting for keratoconus after Intacs placement. Eye Contact Lens 2006; 32:75–77

¡Error! Marcador no definido. Budo C, Bartels MC, van Rij G. Implantation of Artisan toric phakic intraocular lenses for the correction of astigmatism and spherical errors in patients with keratoconus. *J Refract Surg* 2005; 21:218–222

¡Error! Marcador no definido. Colin J, Velou S. Implantation of Intacs and a refractive intraocular lens to correct keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2003; 29:832–834

¡Error! Marcador no definido. Kamburoglu G. MD, Ertan A, MD, Implantation of Artisan toric phakic intraocular lens following Intacs in a patient with keratoconus *J Cataract Refract Surg* 2007; 33:528–530

¡Error! Marcador no definido. Burris TE, Baker PC, Ayer CT, et al. Flattening of central corneal curvature with intrastromal corneal rings of increasing thickness: an eye-bank eye study. *J Cataract Refract Surg* 1993; 19:182–187

¡Error! Marcador no definido. Colin J, MD, Velou S, MD Current surgical options for keratoconus *update / review J Cataract Refract Surg* 2003; 29:379–386

¡Error! Marcador no definido. Barraquer JI. Queratoplastia refractiva, estudios e informaciones oftalmológicas 1949; 2: 10-30.

¡Error! Marcador no definido. Barraquer JI. Modification of refraction by means of intracorneal inclusion. *Int Ophthalmol Clin* 1966;6:53-78

¡Error! Marcador no definido. Belau PG, Dyer JA, Ogle KN, Henderson JW. Correction of ametropia with intracorneal lenses; an experimental study. *Arch Ophthalmol* 1964; 72:541–547

¡Error! Marcador no definido. Barraquer JI. Cirugía Refractiva de la Córnea. Instituto Barraquer de América- Bogotá, Tomo I, 1989

¡Error! Marcador no definido. Nosé W, Ferrara P. Anillo intracorneal. In: Albertazzi R, Centurion V. La moderna cirugía refractiva. Buenos Aires: Gustavo Moltedo; 1999. p.167-81.

¡Error! Marcador no definido. Burris TE. Intrastromal corneal ring technology: results and indications. Curr Opin Ophthalmol 1998; 9(4):

¡Error! Marcador no definido. Ruckhofer J et al. One year results of European Multicenter Study of intrastromal corneal ring segments. Part II: Complications, visual symptoms, and patient satisfaction. J Cataract Refract Surg. 2001 Feb; 27: 287-296

¡Error! Marcador no definido. Ferrara de A Cunha P. Técnica cirúrgica para correção de miopia; Anel corneano intra-estromal. Rev Bras Oftalmol 1995; 54:577–588

¡Error! Marcador no definido. D'Hermies F et al Biocompatibility of a refractive intracorneal PMMA Ring. Fortschr Ophthalmol. 1991.

¡Error! Marcador no definido. Grabner G et al. The Intrastromal corneal ring. A modern method for correcting minor myopia. Wien Med Wochenschr. 1997; 147: 309-321

¡Error! Marcador no definido. Burris TE, Holmes Higgin DK, Silvestrini TA, et al. Corneal asphericity in eye bank eyes implanted with the Intrastromal corneal ring. J Refract Surg 1997; 13:556–567

¡Error! Marcador no definido. Colin J, Cochener B, Savary G, et al. INTACS inserts for treating keratoconus; one-year results. *Ophthalmology* 2001; 108:1409–1414

¡Error! Marcador no definido. www.fda.gov/MedicalDevices/ INTACS® Prescription Inserts for Keratoconus - H040002

¡Error! Marcador no definido. Ferrara P. Ferrara Ring Segments. Presented at 3rd International Congress of the Hellenic Society of Cataract and Refractive Surgery, Athens, Greece, Jan 2001

¡Error! Marcador no definido. Barraquer JI. Queratoplastia refractiva, estudios e informaciones. *Oftalmologicas* (Barcelona) 1949; 2:10–30.

¡Error! Marcador no definido. Arce C. Topographic Patterns in Keratoconic Corneas with Intracorneal Segments Implanted. Conferencia magistral en el congreso de Facorefractiva Barranquilla 2007.

¡Error! Marcador no definido. Komai Y, Ushiki T. The three-dimensional organisation of collagen fibrils in the human cornea and sclera. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1991;32:2244–58.

¡Error! Marcador no definido. Ertan A, Colin J. REVIEW/UPDATE: Intracorneal Rings for keratoconus and keratectasia *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 2007; Volume 33, Issue 7, Pages 1303-1314

¡Error! Marcador no definido. Ferrara P, Torquetti L. Clinical outcomes after implantation of a new intrastromal corneal ring with a 210-degree arc length *J Cataract Refract Surg* 2009; 35:1604–1608

¡Error! Marcador no definido. Alio' JL, Shabayek MH, Belda JI, et al. Analysis of results related to good and bad outcomes of Intacs implantation for keratoconus correction. J Cataract Refract Surg 2006; 32:756–761

¡Error! Marcador no definido. Boxer Wachler BS, Chandra NS, Chou B, et al. Intacs for keratoconus. Ophthalmology 2003; 110:1031–1040; errata, 1475

¡Error! Marcador no definido. Smiddy WE, Hamburg TR, Kracher GP, Stark WJ. Keratoconus; contact lens or keratoplasty? Ophthalmology 1988; 95:487–492

¡Error! Marcador no definido. Rabinowitz YS. INTACS for keratoconus. Int Ophthalmol Clin 2006; 46(3):91–103

¡Error! Marcador no definido. Hamilton Moreira, Cinara Sakuma de Oliveira, Anel intracorneano de Ferrara em ceratocone, Arq Bras Oftalmol 2002;65:59-63.

¡Error! Marcador no definido. Boulnois J-L. Photophysical processes in recent medical laser developments: a review. Lasers Med Sci 1986; 1:47–65

¡Error! Marcador no definido. Stern D, Schoenlein RW, Puliafito CA, et al. Corneal ablation by nanosecond, picosecond, and femtosecond lasers at 532 and 625 nm. Arch Ophthalmol 1989; 107:587–592

¡Error! Marcador no definido. Docchio F, Sacchi CA, Marshall J. Experimental investigation of optical breakdown thresholds in ocular media under single pulse irradiation with different pulse durations. Laser Light Ophthalmol 1986; 1:83–93

¡Error! Marcador no definido. Vogel A, Hentschel W, Holzfuss J, Lauterborn W. Cavitation bubble dynamics and acoustic transient generation in ocular surgery with pulsed neodymium:YAG laser. Ophthalmology 1986; 93:1259–1269

¡Error! Marcador no definido. Hill S.L. et al Technique for IntraLase Femtosecond Laser Lamellar Channel Creation and Intacs Insertion for the Treatment of Keratoconus and Pellucid Marginal Degeneration Techniques in Ophthalmology 4(4):149–155, 2006

¡Error! Marcador no definido. Ertan A, Kamburoglu G, Akgu“nU” . Comparison of outcomes of 2 channel sizes for intrastromal ring segment implantation with a femtosecond laser in eyes with keratoconus. J Cataract Refract Surg 2007; 33:648–653

¡Error! Marcador no definido. Ratkay-Traub I, Ferincz IE, Juhasz T, et al. First clinical results with the femtosecond neodymium-glass laser in refractive surgery. J Refract Surg 2003; 19:94–103

¡Error! Marcador no definido. Colin J, Malet F. Intacs for the correction of keratoconus: two year follow-up. J Cataract Refract Surg 2007; 33:69–74

¡Error! Marcador no definido. Kanellopoulos AJ, Pe LH, Perry HD, Donnenfeld ED. Modified intracorneal ring segment implantations (INTACS) for the management of moderate to advanced keratoconus: efficacy and complications. Cornea 2006; 25:29–33

¡Error! Marcador no definido. Alio´ JL, Artola A, Hassanein A, et al. One or 2 Intacs segments for the correction of keratoconus. J Cataract Refract Surg 2005; 31:943–953

¡Error! Marcador no definido. Rabinowitz YS, Li X, Ignacio TS, Maguen E. INTACS inserts using the femtosecond laser compared to the mechanical spreader in the treatment of keratoconus. J Refract Surg 2006; 22:764–771

¡Error! Marcador no definido. Ertan A, Bahadır M. Topography-guided vertical implantation of Intacs using femtosecond laser for the treatment of keratoconus. J Cataract Refract Surg 2007; 33:148–151

¡Error! Marcador no definido. Swanson M, “Intacs para queratocono, incisión en el eje curvo, 2 años de resultados” en medio de AAO, Chicago, USA, 2005

¡Error! Marcador no definido. Hill S.L. et al Technique for IntraLase Femtosecond Laser Lamellar Channel Creation and Intacs Insertion for the Treatment of Keratoconus and Pellucid Marginal Degeneration Techniques in Ophthalmology 4(4):149–155, 2006

¡Error! Marcador no definido. Kwitko S, Severo NS. Ferrara intracorneal ring segments for keratoconus. J Cataract Refract Surg 2004; 30:812–820

¡Error! Marcador no definido. Alio´ JL, Shabayek MH, Artola A. Intracorneal ring segments for keratoconus correction: long-term follow-up. J Cataract Refract Surg 2006; 32:978–985

¡Error! Marcador no definido. Ibrahim TA. After 5 years follow-up: do Intacs help in keratoconus? Cataract Refract Surg Today–Europe 2006; 1:45–48

¡Error! Marcador no definido. Kymionis GD, Siganos CS, Tsiklis NS, et al. Long-term follow-up of Intacs in keratoconus. Am J Ophthalmol 2007; 143:236–244

¡Error! Marcador no definido. Mohammad A. Zare, Intracorneal ring segment implantation for the management of keratoconus: Safety and efficacy J Cataract Refract Surg 2007; 33:1886–1891

¡Error! Marcador no definido. Chayet AS, Assil KK, Montes M, et al. Regression and its Managemechanisms after laser in situ keratomileusis in moderate and high myopia. Ophthalmology 1998; 105:1194-1199

¡Error! Marcador no definido. Fleming JF, Reynolds AE, Kilmer L, et al. The intrastromal corneal ring: two cases in rabbits. J Refract Surg 1987; 3:227-232

¡Error! Marcador no definido. Holmes-Higgin DK, Burris TE. Corneal surface topography and associated visual performance with INTACS for myopia; phase III clinical trial results; the INTACS Study Group. Ophthalmology 2000; 107:2061-2071

¡Error! Marcador no definido. Adel Barbara. Intacs after laser in situ keratomileusis and photorefractive keratectomy. J Cataract Refract Surg 2004; 30:1892-1895

¡Error! Marcador no definido. Lovisolo CF, Fleming JF. Intracorneal ring segments for iatrogenic keratectasia after laser in situ keratomileusis or photorefractive keratectomy. J Refract Surg 2002; 18:535-541

¡Error! Marcador no definido. Kymionis GD, Siganos CS, Kounis G, et al. Management of post-LASIK corneal ectasia with Intacs inserts; one-year results. Arch Ophthalmol 2003; 121:322-326

¡Error! Marcador no definido. Alio' JL, Salem TF, Artola A, Osman AA. Intracorneal rings to correct corneal ectasia after laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg 2002; 28:1568-1574

¡Error! Marcador no definido. Sharma M, Boxer Wachler BS. Comparison of single-segment and double-segment Intacs for keratoconus and post-LASIK ectasia. Am J Ophthalmol 2006; 141:891-895

¡Error! Marcador no definido. Kymionis GD, Tsiklis NS, Pallikaris AI, et al. Long-term follow-up of Intacs for post-LASIK corneal ectasia. *Ophthalmology* 2006; 113:1909–1917

¡Error! Marcador no definido. Krachmer JH, Feder RS, Belin MW. Keratoconus and related noninflammatory corneal thinning disorders. *Surv Ophthalmol* 1984; 28:315–322

¡Error! Marcador no definido. Taglia DP, Sugar J. Superior pellucid marginal corneal degeneration with hydrops [letter]. *Arch Ophthalmol* 1997; 115: 274–275

¡Error! Marcador no definido. Ertan A, Bahadır M. Management of superior pellucid marginal degeneration with single intracorneal ring segment by using femtosecond laser. *J Refract Surg* 2007; 23:205–208

¡Error! Marcador no definido. Rodriguez-Prats J, Galal A, Garcia-Lledo M, et al. Intracorneal rings for correction of pellucid marginal degeneration. *J Cataract Refract Surg* 2003; 29:1421–1424

¡Error! Marcador no definido. Barbara A, Shehadeh-Masha'our R, Zvi F, Garzosi HJ. Management of pellucid marginal degeneration with intracorneal ring segments. *J Refract Surg* 2005; 21:296–298

¡Error! Marcador no definido. Mularoni A, Torreggiani A, di Biase A, et al. Conservative treatment of early and moderate pellucid marginal degeneration; a new refractive approach with intracorneal rings. *Ophthalmology* 2005; 112:660–666

¡Error! Marcador no definido. Ertan A, Bahadır M. Intrastromal ring segment insertion using a femtosecond laser to correct pellucid marginal corneal degeneration. J Cataract Refract Surg 2006; 32:1710–1716

¡Error! Marcador no definido. Ruckhofer J, Stoiber J, Alzner E, Grabner G. One year results of European multicenter study of intrastromal corneal ring segments. Part 1: refractive outcomes. J Cataract Refract Surg 2001; 27:277–286

¡Error! Marcador no definido. Ruckhofer J, Stoiber J, Alzner E, Grabner G. One year results of European multicenter study of intrastromal corneal ring segments. Part II Complications, visual symptoms, and patient satisfaction. Journal of Cataract & Refractive Surgery, Volume 27, Issue 2, Pages 287-296

¡Error! Marcador no definido. Oliveira C. Moreira H. Análise de nova técnica para o implante do anel de Ferrara no ceratocone Arq Bras Oftalmol 2004;67:509-17

¡Error! Marcador no definido. Matoba AY, Torres J, Wilhelmus KR, Hamill MB, Jones DB. Bacterial keratitis after radial keratotomy. Ophthalmology 1989;96:1171-5.

¡Error! Marcador no definido. Albertazzi R. Abordaje quirúrgico de las ectasias corneales con segmentos Intraestromales (anillos). Comunicación personal en la SEO. Valencia, 2003

¡Error! Marcador no definido. Fabiani L, Asis O. Anillos intracorneales de Ferrara: descripción de la técnica quirúrgica Annals d'Oftalmologia 2004;12(4):227-229

¡Error! Marcador no definido. Torqueti L. Fabri R. Ferrara P. Long term folloow up of intrastromal corneal ring segments in keratoconus. J Cataract Refract Surg

2009;

35:1768–1773

¡Error! Marcador no definido. Ferrara de A, Cunha P. Técnica cirúrgica para correção de miopia; anel corneano intra-estromal. Rev Bras Oftalmol 1995;54:577–588

¡Error! Marcador no definido. Moreira H y col *Anel intracorneano de Ferrara em ceratocone* Arq Bras Oftalmol 2002;65:59-63

¡Error! Marcador no definido. M. Shabayek, J. Alió Intrastromal Corneal Ring Segment Implantation by Femtosecond Laser for Keratoconus Correction *Ophthalmology*, Volume 114, Issue 9, Pages 1643-1652 2007

¡Error! Marcador no definido. Asbell PA, Ucakhan O. Long-term follow-up of Intacs from a single center. J Cataract Refract Surg 2001;27:1456-68

¡Error! Marcador no definido. Schanzlin DJ, Abbot RL, Asbell PA, Assil KK, Burris TE, Durrie DS et al. Two-year outcomes of intrastromal corneal ring segments for the correction of myopia. Ophthalmology 2001;108:1688-94

¡Error! Marcador no definido. Holfling A. Castelo B. Romano A. Campos M. Moreira H. Miranda D. Kwitko S. Freitas D. Casanova F. Sartori M. Shor P. Souza L. Corneal Infections After Implantation of Intracorneal Ring Segments *Cornea* • Volume 23, Number 6, August 2004

¡Error! Marcador no definido. Shehadeh R. Keratitis after implantation of intrastromal corneal ring segments. J Cataract Refract Surg 2004; 30:1802–1804

¡Error! Marcador no definido. Bourcier T, Borderie V, Laroche L. Late bacterial keratitis after implantation of intrastromal corneal ring segments. J Cataract Refract Surg 2003; 29:407–409

¡Error! Marcador no definido. Galvis V, Tello A, Delgado J, Valencia F, Gómez AJ, Díaz LA.

¡Error! Marcador no definido. Late bacterial keratitis after intracorneal ring segments (Ferrara ring) insertion for keratoconus. Cornea 2007 Dec; 26(10):1282-4.

¡Error! Marcador no definido. McAlister J, Ardjomand N, Ilari L, Keratitis after intracorneal ring segment insertion for keratoconus J Cataract Refract Surg 2006; 32:676–678 Q 2006

¡Error! Marcador no definido. Valdez J. Segura F. Espino A. Guraieb M. Hernandez A. lopez J. Garcia C. Complicaciones de la utilización de anillos intraestromales de Ferrara en el tratamiento del queratocono Rev Mex Oftalmol Julio-Agosto 2007; 81(4)

¡Error! Marcador no definido. Rabinowitz Y, Maguen E. Alterations of Extracellular Matrix Components and Proteinases in Human Corneal Buttons With INTACS for Post–Laser In Situ Keratomileusis Keratectasia and Keratoconus. Cornea 2008 27; Number 5 565-573

¡Error! Marcador no definido. Furlan W. García Monreal,J. Muñoz Escrivá,L. Fundamentos de Optometría. Refracción ocular.UVEG, Valencia 2000

¡Error! Marcador no definido. www.mediphacos.com.br

¡Error! Marcador no definido. STATA 10.

¡Error! Marcador no definido. República de Colombia. Ministerio de Salud. Resolución 008430 de 1993.

¡Error! Marcador no definido. Republica de Colombia MINISTERIO DE SALUD. Conductas básicas en bioseguridad. Santafé de Bogotá, 1997

¡Error! Marcador no definido. Holladay J, Visual acuity measurements, guest editorial. J Cataract Ref Surg —VOL 30, February 2004

¡Error! Marcador no definido. Vail A, Gore SM, Bradley BA, et al. Conclusions of the corneal transplant follow up study. Collaborating Surgeons. Br J Ophthalmol. 1997;81:631–636

¡Error! Marcador no definido. Ibrahim TA. Intracorneal rings in keratoconus management. Presented at 2006 American Society of Cataract and Refractive Surgery Symposium and Congress. San Francisco. USA March 21, 2006

¡Error! Marcador no definido. Schmitt-Bernard CF-M, Lesage C, Arnaud B. Keratectasia induced by laser in situ keratomileusis in keratoconus. J Refract Surg 2000; 16:368–370

¡Error! Marcador no definido. Wollensak G. Crosslinking treatment of progressive keratoconus: new hope. Curr Opin Ophthalmol 2006; 17:356–360

¡Error! Marcador no definido. Fleming JR, Reynolds AI, Kilmer L. The intrastromal corneal ring-two cases in rabbits. *J. Refract. Surg.* 3, 227-232 (1987)

¡Error! Marcador no definido. Malváiz R, Ramírez A, Palacios G. Análisis de capacidad visual y refracción postcolocación de anillos intraestromales en pacientes con queratocono Rev Mex Oftalmol; Enero-Febrero 2009; 83(1):6-10

¡Error! Marcador no definido. Torquetti L, Fabri R, Ferrara P. Long-term follow-up of intrastromal corneal ring segments in keratoconus J Cataract Refract Surg - vol 35, 35:1768–1773 2009

¡Error! Marcador no definido. www.oftalmo.com/studium/studium2006/stud06-2/06b-02.htm

¡Error! Marcador no definido. Ferrara P., Franca E., Study of the ocular changes after stromal Ferrara ring implantation in patients with keratoconus. *Arq Bras Oftalmol* 2003;66:417-22

¡Error! Marcador no definido. Eartan A. Kamburoglu G. Intacs implantation using a femtosecond laser for management of keratoconus: Comparison of 306 cases in different stages *J Cataract Refract Surg* 2008; 34:1521–1526

¡Error! Marcador no definido. Ferrara P. Torquetti L. New intrastromal corneal ring: First clinical results. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35:1604–1608

¡Error! Marcador no definido. Albertazzi R. Conferencia del Abordaje Quirúrgico de las Ectasias con Segmentos Intracorneales. (KeraRing) Bucaramanga 2005

¡Error! Marcador no definido. Pokroy R, Levinger S. Intacs adjustment surgery for keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32: 986-992

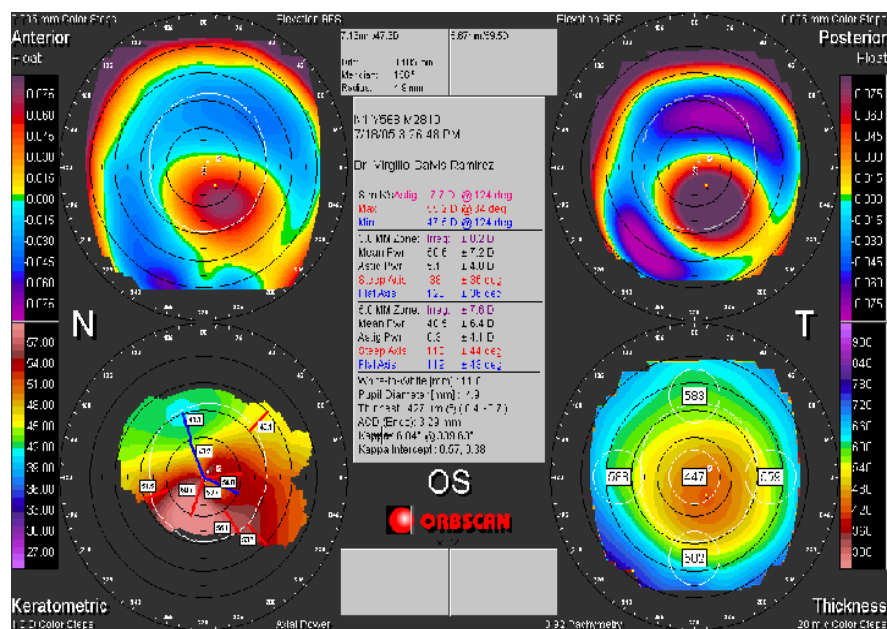
¡Error! Marcador no definido. Hofling-Lima AL, Branco BC, Romano AC, CamposMQ, Moreira H, Miranda D, *et al.* Corneal infections after implantation of intracorneal ring segments. *Cornea* 2004;23(6):547-9.

¡Error! Marcador no definido. Miranda D, Sartori M, Francesconi C, Allemann N, Ferrara P, Campos M. Ferrara intrastromal corneal ring segments for severe keratoconus. *J Refract Surg* 2003; 19(6):645-53

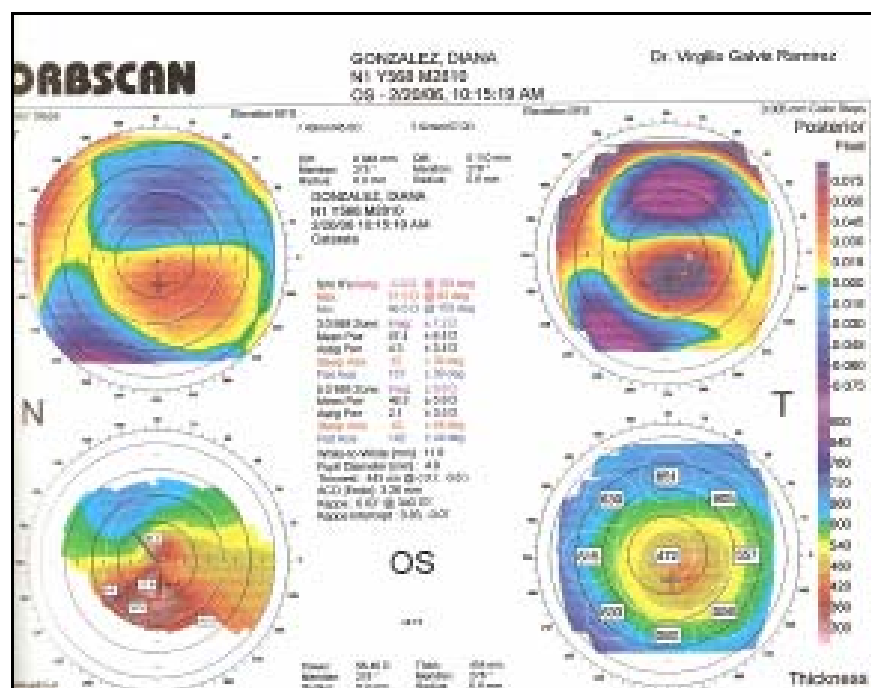
¡Error! Marcador no definido. Colin C. Chan K. Sharma M. Walchler B. Effect of inferior-segment Intacs with and without C3-R on keratoconus J Cataract Refract Surg 2007; 33:75–80

ANEXOS

ANEXO 1

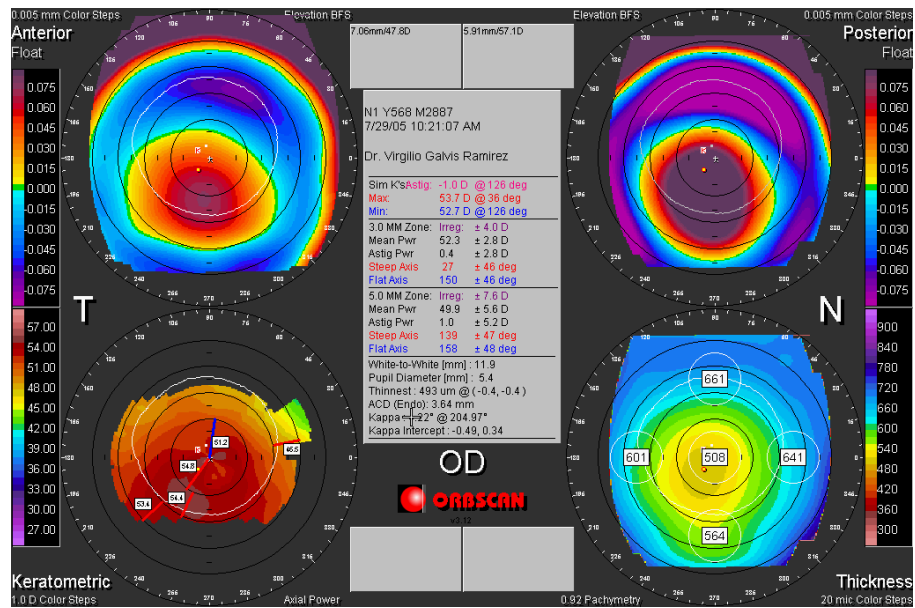


Paciente D.G. Edad 20 años. Queratocono grado II. Datos preoperatorios AVSC 20/800. Refraccion + 0,75 - 4,0 20/80 Promedio de queratometria 51.3 Dioptrías.

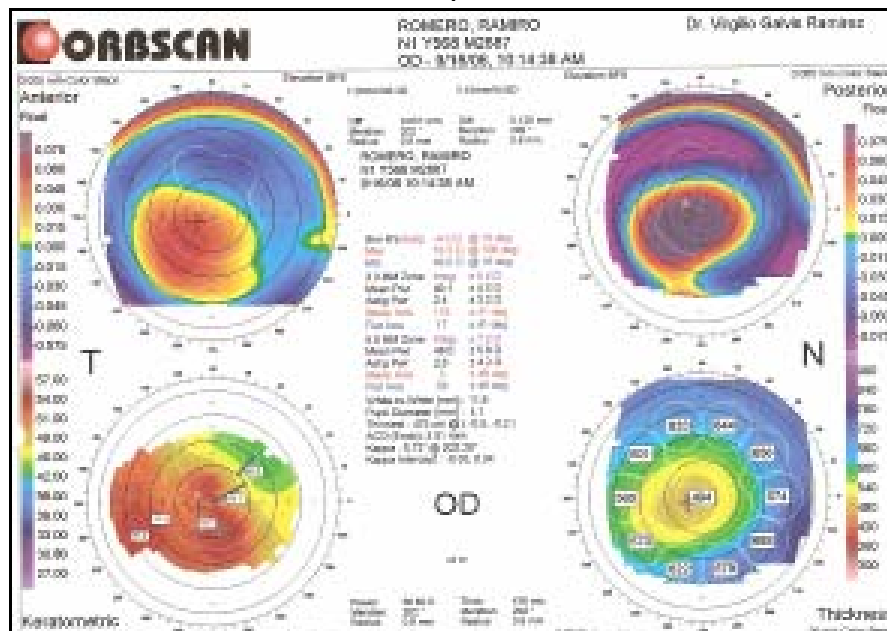


Datos postoperatorios AVSC 20/40. Refraccion N -3,25 20/40 Promedio queratométrico 48.25.

ANEXO 2

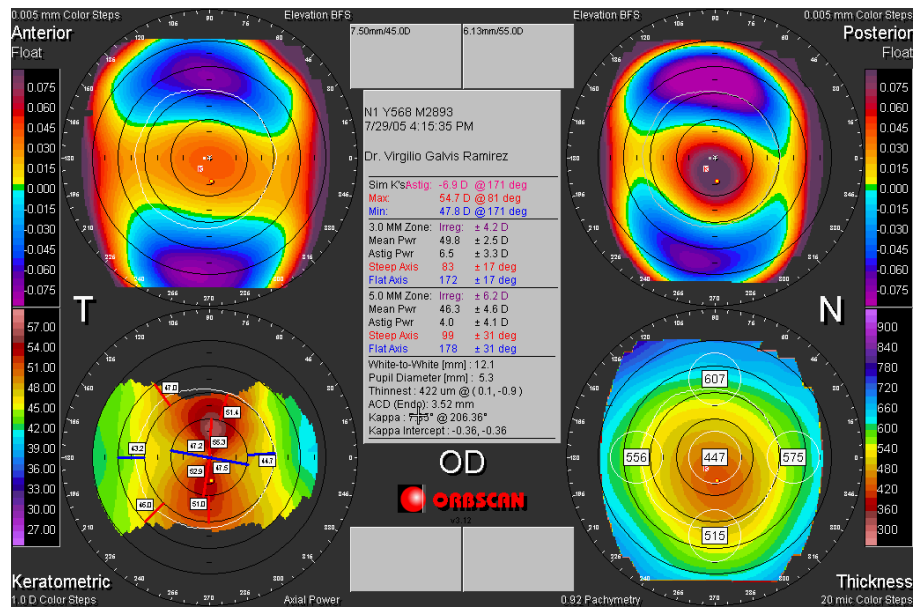


Paciente R.R. Edad 34 años. Queratocono grado II. Datos preoperatorios AVSC 20/1600 Refracción - 6.0 Esferico. Promedio queratométrico 53.0 D

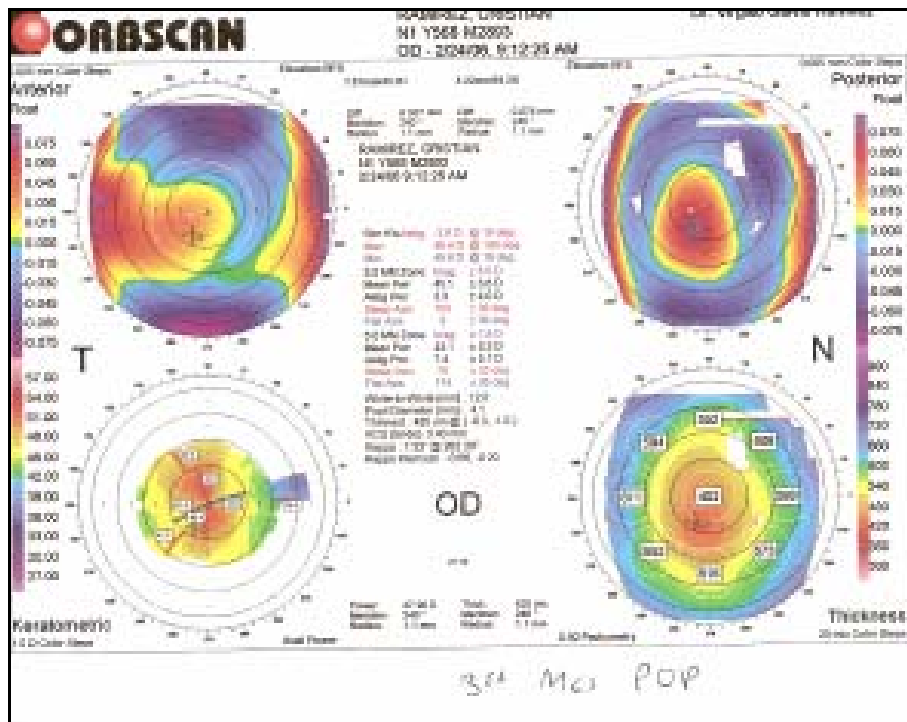


Datos postoperatorios 1 año. AVSC 20/400 Refracción - 7.25 -1.5 20/100 promedio queratometrico 50.0 Dioptrías.

ANEXO 3

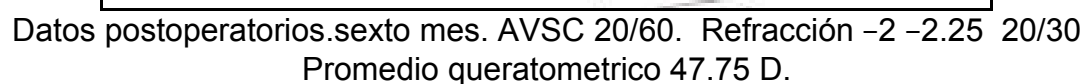
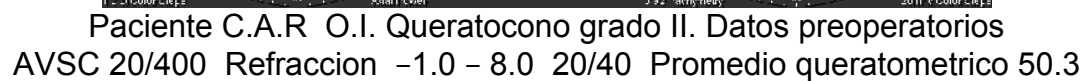


Paciente C.A.R. OD. 33 años. Queratocono grado II Datos preoperatorios AVSC 20/200 Refracción -0.25 -8.0 20/50 Promedio queratométrico 51.3 D.



Datos postoperatorios 3 er mes. AVSC 20/30 Refracción +0.5 - 2.5 20/30 Promedio queratométrico 49.75 D..

ANEXO 4



242

Formato de recolección de datos intra operatorios del estudio.

Nombre del Paciente: _____

H.C. _____

Fecha de recolección de datos _____ OPERADO ____ OD ____ OI

EVALUACION DE EL ANILLO INTRAESTROMAL CORNEAL EN QUERATOCONO

REPORTE QUIRURGICO

1. Incisión Radial

Longitudinal

Profundidad

2. Disección lamelar:

Diámetro _____

Longitud de arco _____

3. ICR Segmento

Segmentos

NASAL

Anillo 1

Longitud _____ °

Diámetro ZO _____ mm

Ancho de Base _____ mm

Altura _____ micras

TEMPORAL

Anillo 2

Longitud _____ °

Diámetro ZO _____ mm

Ancho de Base _____ mm

Altura _____ micras

4. Otros procedimientos quirúrgicos Si__ No__

Si es SI, especificar cuáles _____

Aplicación de Visco elástico Si__ No__

5. Problemas durante la cirugía Si__ No__

Perforación anterior _____ Desepitealizacion Si__ No__

Superficie epitelial _____

Perforación posterior

Superficie endotelial _____

6. Incluido en el estudio de implante de anillos o segmentos Si__ No__ especifique:

INVESTIGADOR

FIRMA _____ CIRUJANO DR. _____

FECHA: _____