



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

INSTITUTO DE OFTALMOLOGIA
"HOSPITAL CONDE DE VALENCIANA"

CAMBIOS TOPOGRAFICOS EN QUERATOTOMIA
RADIADA

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE ESPECIALISTA EN:
O F T A L M O L O G I A
P R E S E N T A :
DR. GEANCARLO STORINO PALACIO

Asesor de Tesis: Raúl Suárez Sánchez
Jefe de Enseñanza: David Lozano Rechy

MEXICO, D. F.

1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

RESUMEN

La cirugía refractiva es un procedimiento frecuente para corregir miopía. La queratotomía radiada consiste en cortes radiales en la cara anterior de la córnea de grosor parcial, con el fin de cambiar el poder dióptrico de ésta.

Hay algunos reportes donde se explica en formas diferentes la razón de la disminución de la miopía. Unos concluyen que se debe a un acortamiento del diámetro axial ocular; otros por una disminución del radio de curvatura periférico.

En este trabajo se estudiaron 36 ojos sometidos a queratotomía radiada evaluando parámetros relacionados con los reportes publicados que tratan de explicar el resultado refractivo en estos pacientes. Se trató de buscar cambios en la longitud axial y profundidad de la cámara anterior del ojo, encontrándose valores similares entre el preoperatorio y postoperatorio en todos los ojos. Se realizó topografía corneal comparativa tratando de encontrar el sitio donde ocurre la disminución del radio de curvatura a nivel periférico, con lo cual experimentalmente se ha explicado el aumento del radio de curvatura central. No encontramos el sitio de la disminución del radio de curvatura pero en cambio hallamos un aplanamiento en toda la córnea, progresiva de la periferia al centro.

TABLA DE CONTENIDO

	<i>Página</i>
RESUMEN	
I. INTRODUCCION	2
II. OBJETIVOS	4
III. HIPOTESIS	5
IV. MATERIALES Y METODOS	5
V. RESULTADOS	8
VI. DISCUSION	12
VII. ANEXOS	16
VIII. BIBLIOGRAFIA	19

I. INTRODUCCION

Desde el inicio del procedimiento quirúrgico con incisiones radiales en la córnea anterior y de grosor parcial para cambiar su poder refractivo (queratotomía radiada), han surgido múltiples teorías sobre el mecanismo por el cual esto se produce. Partiendo con Lans (1) quien definió su experiencia en cinco principios básicos: 1) Incisiones no perforantes paralelas al limbo resultan en abultamiento en la córnea periférica y simultáneamente aplanamiento en la córnea central en ese meridiano. 2) La formación de cicatriz que ocurre, produce adicional aplanamiento. 3) El aplanamiento en el meridiano perpendicular a la incisión está asociado a abombamiento del meridiano opuesto. 4) La herida córneaal radial hecha con el galvanocauterio produce abombamiento periférico y aplanamiento central en el meridiano paralelo. 5) Incisiones más profundas dan mayor resultado. Sato y col (2) en 1953 concluyen en sus trabajos que las incisiones radiales producen protrusión periférica con aplanamiento central. Posteriormente Belyaev en 1975 (3) y luego Fyodorov (4) investigaron la acción de las incisiones radiales de la córnea anterior, publicando este último sus primeros resultados en 1977, en los que concluye que el cambio refractivo se debe a la disección del ligamento circular periférico descrito por Kokott (5), alterando la zona central con aumento en el radio de curvatura y disminución de su poder refractivo.

Ultimamente se han presentado modelos matemáticos para explicar esta situación por Seiler (5), Vito (6) Hanna (7), el primero trabajando con modelos biomecánicos, el segundo con elementos finitos y el último con simulaciones computacionales llegando a conclusiones similares en cuanto a que ocurre aumento del radio de curvatura central a expensas de disminución de radio de curvatura periférica. Similares conclusiones presenta Rowsey y col (9) con análisis de fotoqueratografías y McDonnell con videoqueratografías (10).

Se ha enfocado el estudio de los cambios corneales en la queratotomía radiada usando modelos digitales con elementos finitos por varios autores como Waring (11), Vito (12), y Velinsky y Bryant (13), el cual consiste en el análisis de pequeñas zonas corneales compuestas por cubos, triángulos, etc., estudiando en cada una de ellas las fuerzas llevándolas a ecuaciones matemáticas simples y luego integrándolas y analizándolo como un estudio matemático computacional.

Waring (11) describe los cambios inducidos por la queratotomía radial pura (sólo incisiones radiales), considerando como fuerzas principales que mantienen la forma de la córnea a tres vectores, el primero un vector radial, el segundo un vector circular y por último un vector perpendicular el cual es dado por la presión intraocular. Con incisiones radiales corneales anteriores de grosor parcial, se redistribuyen las fuerzas del vector circunferencial y del vector perpendicular, produciendo abertura de las

incisiones y aumentando el área de superficie externa tanto en circunferencia como en diámetro. Al mismo tiempo, se desplaza el tejido corneal tanto periférico como central; el tejido periférico lo hace anteriormente (por abombamiento) y el centro se desplaza posteriormente (por aplanamiento), el cual se calcula en 0.3 mm y que no explica el cambio refractivo. Lo que sí explicaría el cambio de refracción, es el aplanamiento queratométrico que ocurre en la córnea central. Se cambia la curva de la córnea central comparada con la periferia (astericidad), por una tendencia plana central con encurvamiento periférico.

II. OBJETIVOS

El propósito de este estudio fue analizar los cambios queratométricos centrales, paracentrales y periféricos (cambios topográficos) que ocurren con la queratotomía radiada.

También el de relacionar cambios refractivos con cambios en la profundidad de la cámara anterior y en la longitud axial ocular, antes y después de la Q.R., para descartar o confirmar los cambios en la longitud axial del globo ocular como resultado del aplanamiento corneal.

III. HIPOTESIS

El resultado refractivo no se debe a cambios en la longitud axial del globo ocular ni a la disminución de su cámara anterior. El resultado refractivo e debe a la disminución del radio de curvatura periférico al debilitar la córnea con el consecutivo aumento del radio de curvatura central.

IV. MATERIALES Y METODOS

Se realizó un estudio descriptivo, prospectivo y longitudinal de 50 ojos programados para queratotomía radiada, habiéndose seleccionado pacientes mayores de 18 años y sin importar su sexo.

CRITERIOS DE INCLUSION

Para la inclusión de pacientes se siguieron los criterios tomados en cuenta para la queratotomía radiada como son ojos sin alteraciones corneales, sin astigmatismo irregular, sin lesiones retinianas predisponentes de desprendimiento de retina, pacientes mayores de 18 años de edad, pacientes usuarios de lentes de contacto suspendieron su uso de 3 a 4 semanas mínimo de acuerdo del lente de contacto (blandos o duros); asimismo los pacientes autorizaron su participación en el estudio.

Se incluyeron pacientes con microperforaciones no planeadas.

CRITERIOS DE ELIMINACION

Se eliminaron ojos en quienes se realizaron incisiones para corregir astigmatismo y ojos con ambliopía.

CRITERIOS DE EXCLUSION

Se excluyeron 7 pacientes (14 ojos) por no asistir a su seguimiento.

El plan quirúrgico se decidió según nomograma del departamento de córnea del instituto de oftalmología, hospital Conde de Valenciana, tomando en cuenta edad, sexo, queratometrías, dioptrías a corregir y paquimetrías.

todos los pacientes debieron someterse a un examen oftalmológico completo previo, que incluyó agudeza visual con y sin corrección, capacidad visual, refracción, queratometrías, tonometría, examen biomicroscópico completo y previa dilatación pupilar valoración de retina.

Previo a la cirugía (un día antes), se les realizó queratoscopía digital con el Corneal Analysis Sistem de EyeSys, el cual es un sistema para topografía corneal computada asistida que mide el poder corneal en 360 meridianos sobre los 16 anillos, cubriendo la mayoría de la superficie corneal (aproximadamente 9.5 mm dependiendo de su radio de curvatura), representando gráficamente esta información con un mapa de contornos

de código de colores (cualitativo) y con datos queratométricos en cada lugar (cuantitativo).

En nuestro estudio se realizó la comparación de valores queratométricos, analizando el preoperatorio con el postoperatorio a una semana, a un mes y a tres meses. En cada ojo se midió el centro corneal (aproximadamente 0.45 mm) y a centros ópticos de 3, 5, 7, 8 y 9 mm, a lo largo de 16 ejes en 360 grados de circunferencia, habiendo entre cada eje 22.5 grados de separación.

El principal enfoque del estudio fue comparar los cambios topográficos que ocurren en la córnea después de Q.R., e identificar a qué niveles se encontraban éstos.

También se realizaron mediciones ecosonográficas de la profundidad de la cámara anterior y de la longitud axial ocular preoperatoria y postoperatoria con el ecógrafo Ophthascan "S" BMI 0487 CJK de ALCON Lab., usando el modo A y con el método de inmersión el cual tiene un rango de error de más - menos 0.1 mm.

La paquimetría se tomó con el paquímetro óptico Haag Streit AG, haciendo la toma el día antes de la cirugía y siempre por la misma persona.

La cirugía se realizó por cirujanos diferentes, efectuando siempre sólo incisiones radiales, usando un bisturí de diamante con calibrador

micrométrico y realizando las incisiones al 100% de la paquimetría central y con técnica americana.

Las mediciones ecográficas se realizaron en el preoperatorio y en el postoperatorio en todos los pacientes. Todos los pacientes debieron someterse a la semana, al mes y a los tres meses a queratoscopia digital, refracción, queratometrías y examen biomicroscópico de control, evaluando la profundidad del corte. Se tomó como significancia estadística los datos con $p < 0.05$.

V. RESULTADOS

Los 36 ojos estudiados eran de pacientes entre los 18 y 44 años de edad con un promedio de 28.7 SD 7.9 años, siendo para masculinos de 30 SD 9.2 años y para femeninos de 28 SD 7.1 años.

El sexo de los pacientes se distribuyó en 40% masculinos y 60% femeninos.

Las tensiones intraoculares permanecieron dentro del rango de 10 a 20 mmHg en las tres evaluaciones postoperatorias.

La agudeza visual fue sin corrección de 20/200 o peor en 22 ojos (12 femeninos y 10 masculinos) y de 20/180 a 20/80 en 14 ojos (10 femeninos y 4 masculinos), con capacidad visual de 20/20 en 28 ojos (18 femeninos y

10 masculinos) y de 20/25 o menor en 8 ojos (4 femeninos y 4 masculinos). Ningún paciente presentó ambliopía.

La paquimetría central promedio fue de 569.7 SD 13.1 micras. Para femeninos fue de 569 SD 15 micras y para masculinos 566 SD 13 micras sin encontrarse diferencia estadísticamente significativa entre ellos.

Los cortes se realizaron para ambos sexos a 570 SD 10 micras de profundidad, con un rango de 550 a 590 micras.

La refracción promedio general fue de -5.20 SD 2.46 dioptrías, siendo en el postoperatorio de -1.80 SD 1.37 dioptrías de miopía.

No hubo diferencia estadísticamente significativa entre sexos (tabla 1).

La corrección promedio en general fue de 4.00 SD 1.65 dioptrías queratométricas (queratómetro de Javal), siendo para femeninos de 4.03 DS 1.49 dioptrías para masculinos de 3.92 SD 1.89 dioptrías.

Las mediciones axiales realizadas con el ecógrafo, en el preoperatorio se encontraron en promedio en 25.7/3.71 SD 1.13/0.25 mm de longitud axial / profundidad de cámara anterior respectivamente. Para femeninos fue 25.7/3.68 SD 1.07/0.23 mm y para masculinos de 25.9/3.75 SD 1.24/0.29 mm. En el postoperatorio estas mismas se encontraron en 25.75/3.71 SD 1.10/0.26 mm como promedio general. Para femeninos

fue de 25.64/3.69 SD 1.03/0.24 mm y para masculinos 25.92/3.74 SD 1.21/0.29 mm.

La cirugía realizada fue con centro óptico (c.o.) de 3 mm y 12 cortes radiales en 1 ojo (3%); con c.o. de 3 mm y 8 cortes en 22 ojos (61%) con reprofundización en 12 de ellos; c.o. de 3.25 mm y 8 cortes en 9 ojos (24); c.o. de 3.75 mm con 8 cortes en 2 ojos (6%) y c.o. de 4.50 mm con 8 cortes en 2 ojos (6%).

Las comparaciones de datos queratométricos con el queratoscopio digital se enfocaron entre el preoperatorio y el postoperatorio a un mes por que a este tiempo encontramos suficiente estabilidad corneal. Las lecturas diferenciales queratométricas se realizaron en el 100% de los ojos a C.O. de 3 y 5 mm, en el 87.2% a C.O. de 7 mm, en 63.8% a C.O. de 8 mm, y 24.7% a C.O. de 9 mm.

Todos los ojos presentaron aumento del radio de curvatura central "aplanamiento", en todas las medias de C.O. estudiados (3, 5, y, 8 y 9 mm) (tabla II). Se encontró una media general de cambio queratométrico central de 3.25 SD 1.42 dioptrías en comparación con el cambio paracentral que fue de 3.36 SD 0.66. No hay diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$). Sólo se encontró diferencia estadísticamente significativa entre el centro y los C.O. de 7, 8 y 9 mm.

Sólo el 60% de los ojos presentaron datos de disminución del radio de curvatura (abombamiento) periférico en algunos de los ejes. El 40% no presentaron ningún dato de abombamiento.

Del 60% que presentaron abombamiento, el 8% se encontró en algunos de los ejes a C.O. de 9 mm, el 43.4% en algunos de los ejes en C.O. de 8 y 9 mm y el 34.2 desde C.O. de 7, 8 y 9 mm.

Sólo el 9.1% presentó una disminución del radio de curvatura en 360 grados localizándose ésta desde los 8 y 9 mm de C.O.

Topográficamente hubo tendencia de que ocurriera la disminución del radio de curvatura en la periferia inferior, coincidiendo con menores cambios de aumento del radio de curvatura periféricos y no se encontró necesariamente mayor aumento del radio de curvatura paracentral en el mismo eje.

Al comparar los cambios que ocurrieron entre 1 semana y 1 mes de postoperatorio encontramos que en el 100% de los ojos, contrario a lo que esperábamos, hubo aumento del radio de curvatura central y paracentral (aplanamiento), el cual varió desde 0.1 hasta 0.7 dioptrías.

La comparación entre 1 mes y 3 meses del postoperatorio nos revela que el 50% de los ojos se aplanaron y el resto se abombaron en su zona central. Los ojos de pacientes quienes tenían más de 40 años, siempre se abombaron.

VI. DISCUSION

El principal enfoque del estudio fue comparar los cambios topográficos que ocurren en la córnea después de Q.R., e identificar a qué nivel se encontraban éstos.

Las comparaciones de datos queratométricos se analizaron principalmente entre el preoperatorio y el postoperatorio a un mes, por que a este tiempo encontramos suficiente estabilidad corneal; comparamos además los cambios entre 2 semana y 2 mes, y entre un mes y tres meses.

Los resultados obtenidos en el estudio de 36 ojos difieren parcialmente de lo reportado en la literatura (5, 6, 7, 8, 9, 10).

En estos reportes se concluye que se forma una "rodilla" periférica, esto es un abombamiento para explicar el aplanamiento central. El Dr. Waring (14) en su libro describe cada uno de los cambios inducidos por la queratotomía radial en 11 pasos. El describe que al realizar incisiones de grosor parcial sobre la córnea, se redistribuyen las fuerzas perpendicular (tensión intraocular) y la fuerza circunferencial, haciendo que las incisiones se abran, incrementando la superficie corneal y creando un desplazamiento anterior de la periferia con disminución del radio de curvatura (abombamiento) y un desplazamiento posterior del centro corneal (aproximadamente 0.3 mm), con aumento del radio de curvatura y la consecuente disminución del poder dioptrico.

El sitio que sufre mayor encurvamiento debía encontrarse muy cerca de la mitad de la incisión; esto es, si respetamos 3 mm centrales de c.o. (1.5 mm radio), y la incisión es de 3.5 a 4 mm de largo a cada lado (1.75 a 2 mm media incisión), la localización más probable de la rodilla estaría a 6.5 ó 7.0 mm de centro óptico, la cual debía ser circunferencial, aunque no necesariamente equidistante del eje visual.

Evidentemente este encurvamiento debe ocurrir en una zona y no solamente en un punto. Así debe haber un sitio de mayor abombamiento (el pico de la curva) y una disminución de éste, tanto del lado central como del periférico, dado este último por el extremo de la incisión y por ser el sitio de fijación corneal que permite menor elasticidad.

En este estudio se hace evidente que este encurvamiento o disminución del radio de curvatura no ocurre, por lo menos en ese sitio. No tuvimos ningún paciente con una circunferencia de cambios positivos (abombamiento) a este nivel (0%) y extremadamente escasos en áreas más periféricas (8.3%) localizándose éstos a 9 mm del centro óptico.

Observamos que evidentemente los cambios paracentrales (3 mm de centro óptico) son una sumatoria de los cambios periféricos, casi siempre de aplanamiento; al mismo tiempo en los meridianos donde en la periferia había cambios de abombamiento, no se relacionaban necesariamente con mayor aplanamiento paracentral.

Es interesante comentar que contrario a lo que pensábamos, el área más central de la córnea (0.45 mm centrales mínimos medibles con el queratoscopio digital), no es la zona que sufre más aplanamiento sino que éste lo encontramos en zonas de la córnea paracentral a 3 mm donde se inician las incisiones.

Encontramos que hay aplanamiento en zona central y paracentral al comparar el postoperatorio entre una semana y un mes, lo cual pensamos se pueda explicar por la disminución del edema corneal.

No hay ningún cambio entre las longitudes axiales preoperatorias y postoperatorias de los ojos que sufren queratotomía radiada.

Es evidente que no podemos explicar el cambio refractivo por cambios longitudinales del ojo, y tampoco por cambios de abombamiento periférico que produzcan aplanamiento central.

Consideramos que lo que pudiera estar ocurriendo es un cambio en la cara anterior de la córnea lo cual explicaría el aplanamiento, con base a que las incisiones al realizar el corte (sección del vector circular), se cerrarán en vez de abrirse mientras la presión intraocular permanezca por debajo de 20 mmHg y dependiente de la profundidad del corte. Realmente al modificar los vectores la incisión se cerraría en el centro y se abre un poco en la periferia, esto dado a que el vector resultante tendría

dirección oblicua, siendo dicho vector más circular en el centro y más radial hacia la periferia de la incisión (Fig. 1).

REFRACCION

	<i>PREOPERATORIO</i>	<i>POSTOPERATORIO</i>
<i>GENERAL</i>	<i>5.20 SD 2.46 D</i>	<i>1.80 SD 1.37 D</i>
<i>FEMENINO</i>	<i>5.09 SD 2.12 D</i>	<i>1.85 SD 1.13 D</i>
<i>MASCULINO</i>	<i>5.35 SD 2.97 D</i>	<i>1.75 SD 1.61 D</i>

TABLA I

AUMENTO DEL RADIO DE CURVATURA A 1 MES POSTOPERATORIO

	CENTRO	CO 3 mm	CO 5 mm	CO 7 mm	CO 8 mm	CO 9 mm
GENERAL	3.25 D SD 1.42	3.36 D SD 0.66	2.44 D SD 0.52	1.13 C SD 0.52 P < 0.05	0.73 D SD 0.39	0.55 D SD 0.26 P < 0.05
FEMENINO	3.25 D SD 1.57	3.51 D SD 0.56	2.57 D SD 0.59	1.25 D SD 0.55 P < 0.05	0.69 D SD 0.44	0.38 D SD 0.26 P < 0.05
MASCULINO	2.79 D SD 1.06	3.22 D SD 0.64	2.31 D SD 0.76	1.02 D SD 0.76	1.02 D SD 0.49 P < 0.05	0.78 D SD 0.34 P < 0.05

TABLA II

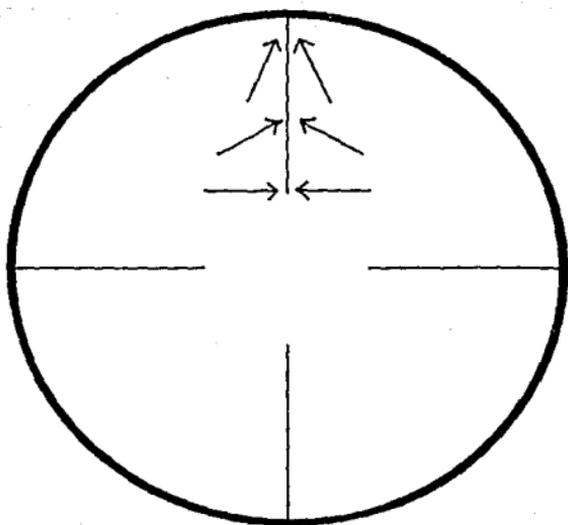


FIGURA I

BIBLIOGRAFIA

- 1) Lans L.J. *Experimentelle Untersuchungen Über Entstehung Von astigmatismus dureh nieht-perforirende. Corneawunden, Archiv Fur Ophthalmologie* 1898, 45:117-152.
- 2) Sato T, Akiyamak, Shibatah; *A new surgical approach to myopia. Amer J. Ophthal.* 36:823-829, 1953.
- 3) Belyaev V C, *Some possibilities of treatment of high progressive myopia. Reports of the Third All-Russian Congress of Ophthalmologists, Moscow* 2:16,1975.
- 4) Fyodorov S N, Durnev V V; *The use of anterior radial keratotomy method with the purpose of surgical correction of myopia. Pressing Problems of Modern Ophthalmolo-Surgery Moscow, p. 47, 1977.*
- 5) Kokott W; *Über mechanisch-funktionelle structuren des auges. Arch. F. Ophtalmol.* 138:424, 1938.
- 6) Seiler T; *Biomechanics of transverse incisions of the cornea; Refractive Keratotomy, Waring G O III. Mosby-year book, inc; sector 7, chapter 33, p 1243-1248.*

- 7) Vito R P, Shin J W; *A finite element model of radial keratotomy surgery; Refractive Keratotomy, Waring G O III. Mosby-year book, inc; sector 6, chyapter 28, p. 1017-1029.*
- 8) Hanna K D, Jouve F E; *Preliminary computer simulation of radial keratotomy; Refractive keratotomy, Waring G O III. Mosby-year book, inc; sector 6 chapter 29, p 1031-1055.*
- 9) Ronsey J J, Balyeat H D, Monlux R, Holladay J, Waring G O, Lynn M J; *Ant PERK study group: Prospective evaluation of radial keratotomy: photokeratoscope corneal topography, Ophthalmology 1988; 92:322-334.*
- 10) McDonnell P J and Garbus J; *Corneal topographic changes after radial keratotomy, ophtalmology 1989; 96:45-59.*
- 11) Hanna K D, Jouve F E, Waring G O; *Preliminary computer simulation of the effects of radial keratotomy. Arch ophtalmol. 107:911-918, 1989.*
- 12) Vito R P, Shin T J, McCarey. *A mechanical model of the cornea: The effects of physiological and surgical factors on radial keratotomy surgery. Refract. cor. surg., 5:81-88, 1989.*

- 13) *Bryant M R, Velinsky S A; Design of keratorefractive surgical procedures: Radial keratotomy. ASME J. Mesh. Des. 113:150-157, 1991.*

- 14) *Waring G O III; Optics and topography of radial keratotomy; Refractive keratotomy; Mosby-year book, inc; 1992; section 1, chapter 3:37-139.*