

**INDUCCION DE ASTIGMATISMO CORNEAL  
MEDIANTE LA COMBINACION DE QUERATOTOMIA(S)  
EN ARCO(S) Y LA QUERATOTOMIA(S) RADIAL(S).  
(Trabajo experimental en conejos)**

**ALEJANDRO ARCINIEGAS, M. D.  
LUIS E. AMAYA, PhD.  
GABRIEL VELASQUEZ, M. D.  
LUIS HERNANDEZ, Ing. Civil  
Bogotá, Colombia**

El objetivo principal de la presente investigación es el de inducir astigmatismos corneales con el mínimo de cirugía posible mediante incisiones relajantes que combinan queratotomía(s) en arco(s) y queratotomía(s) radial(es), obteniendo asimismo astigmatismos inducidos mayores que con las técnicas descritas anteriormente (1, 2).

Los datos experimentales obtenidos en conejos muestran inducciones astigmáticas hasta de más de 20 dioptrías.

Al igual que lo descrito en un trabajo experimental en conejos (3), para obtener el máximo efecto quirúrgico deseado, se debe realizar la queratotomía en arco, en la zona media; asimismo se debe colocar compresivo por las primeras 24 a 48 horas, para evitar los posibles problemas del entrecruzamiento.

Se han diseñado múltiples patrones de incisiones corneales para la corrección de astigmatismos; todas ellas abarcan una apreciable cantidad de tejido corneal, que al ser incidido, producen correcciones astigmáticas dentro de un cierto rango (hasta 7 u 8 dioptrías).

En la presente investigación, se proponen unas nuevas incisiones corneales relajantes para la corrección de astigmatismo, que tienen la ventaja de utilizar mucha menos superficie corneal quirúrgica (menos trauma) con mucho mayor poder de corrección y matemáticamente predecibles.

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo experimental se realizó así:

a Una queratotomía en arco, de más o menos 90 a 100°, con una queratotomía radial de aproximadamente 4 mm de longitud, que se entrecruza con la queratotomía en arco (Fig. 1). Esta cirugía se hizo a un lado de un meridiano.

b Dos queratotomías en arco, de más o menos 90 a 100°, con una queratotomía radial, en cada arco de aproximadamente 4 mm de longitud que entrecruza la queratotomía arqueada (Fig. 2). Esta cirugía se hizo a lado y lado de un mismo meridiano, o sea a 180° la una de la otra.

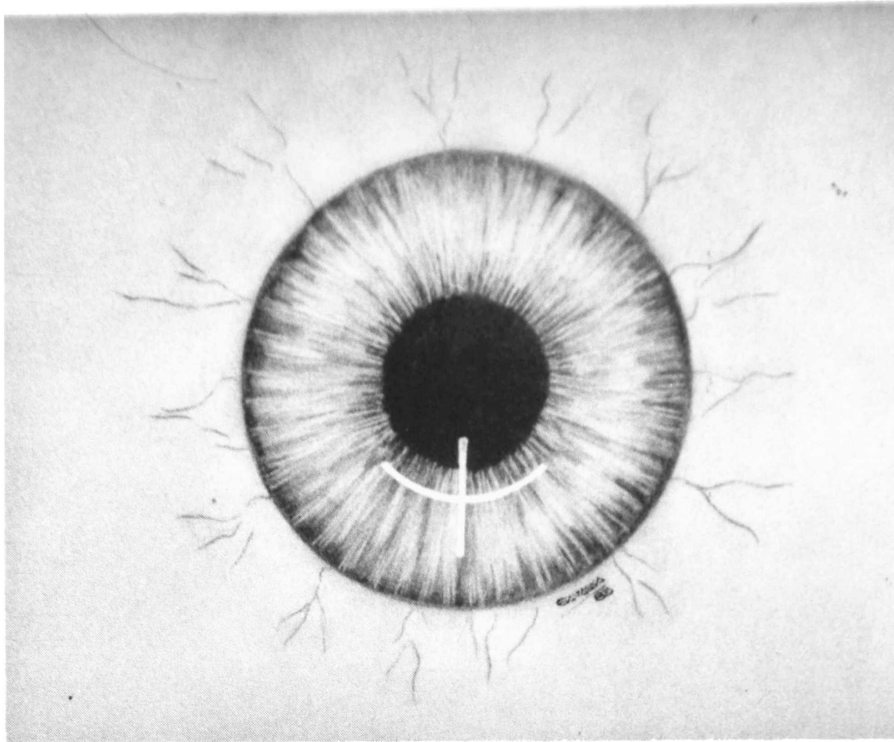
c Una queratotomía en arco, de más o menos 90 a 100°, con dos queratotomías radiales, paralelas entre sí, de aproximadamente 4 mm de longitud que cruzan la queratotomía arqueada (Fig. 3). Esta cirugía se hizo a un solo lado de un meridiano.

d Dos queratotomías en arco, de más o menos 90 a 100°, con dos queratotomías radiales, paralelas entre sí, de aproximadamente 4 mm de longitud que cruzan la queratotomía arqueada (Fig. 4). Esta cirugía se hizo a lado y lado de un mismo meridiano o sea a 180° la una de la otra.

La técnica utilizada fue:

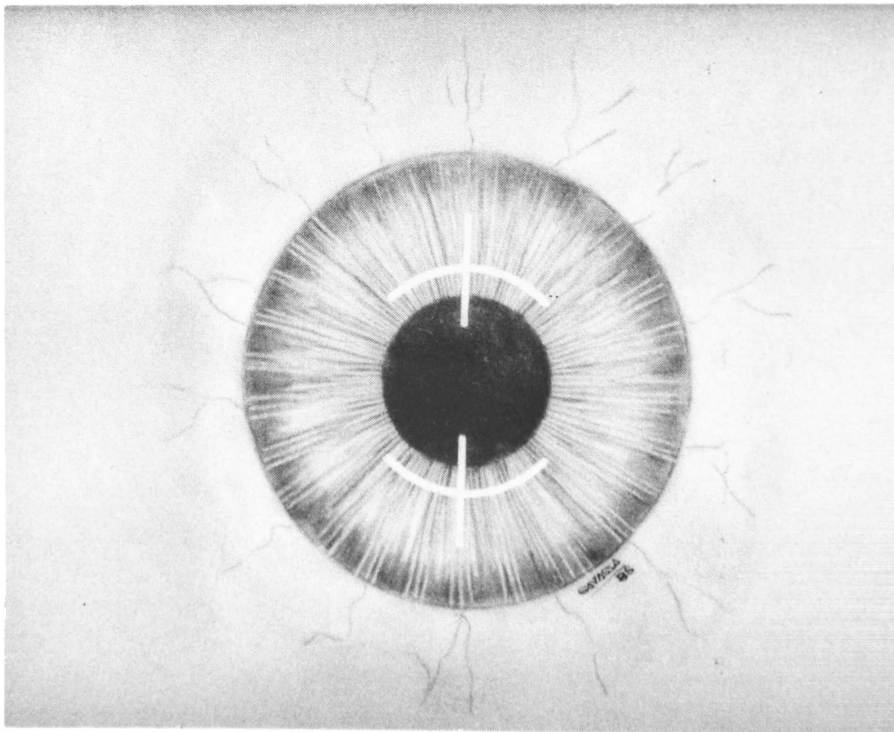
- 1 Queratometría prequirúrgica con queratómetro BL., AO o Rodenstock.
- 2 Medida del espesor corneal (VIDA).
- 3 Anestesia, mediante la inyección de pentobarbital sódico (10 mgr/ K), por la vena marginal de la oreja del conejo.
- 4 Demarcación superficial con trépano de 6 y 7.5 mm de diámetro (Figs. 5 y 5A)
- 5 Calibración de la longitud de la hoja de afeitar de acuerdo con la profundidad de corte deseada con la regla de Kremmer hecha por Katena.
- 6 Se hace la queratotomía en arco de más o menos 90 a 100°, aprovechando la demarcación previa con el trépano. Dicha incisión se hace con hoja de afeitar.

**INDUCCION DE ASTIGMATISMO CORNEAL**



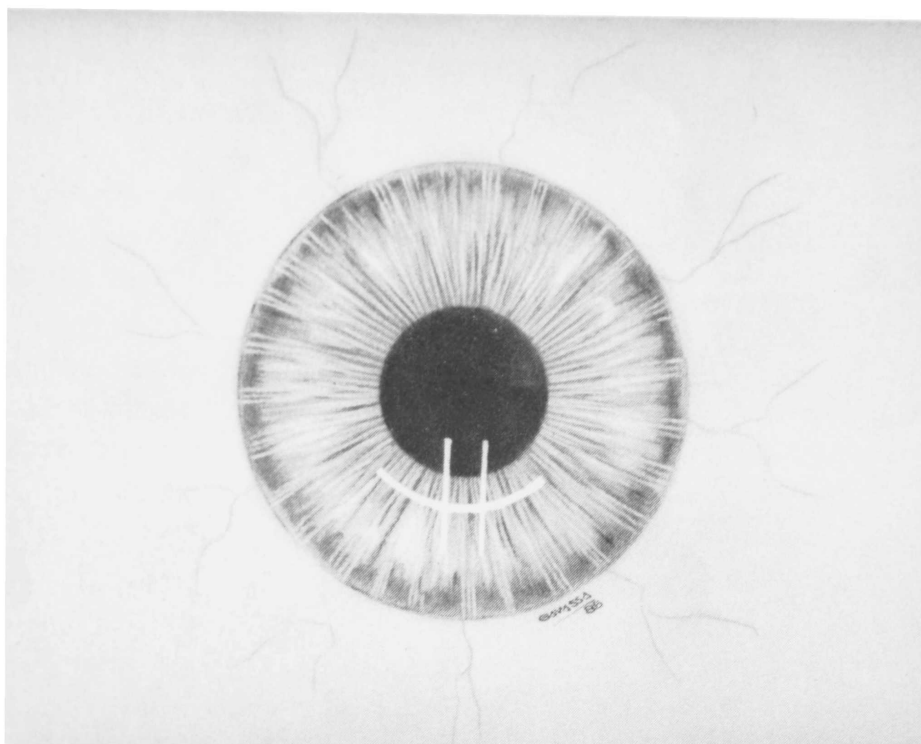
**FIGURA 1**

*Una queratotomía en arco con una queratotomía radial*



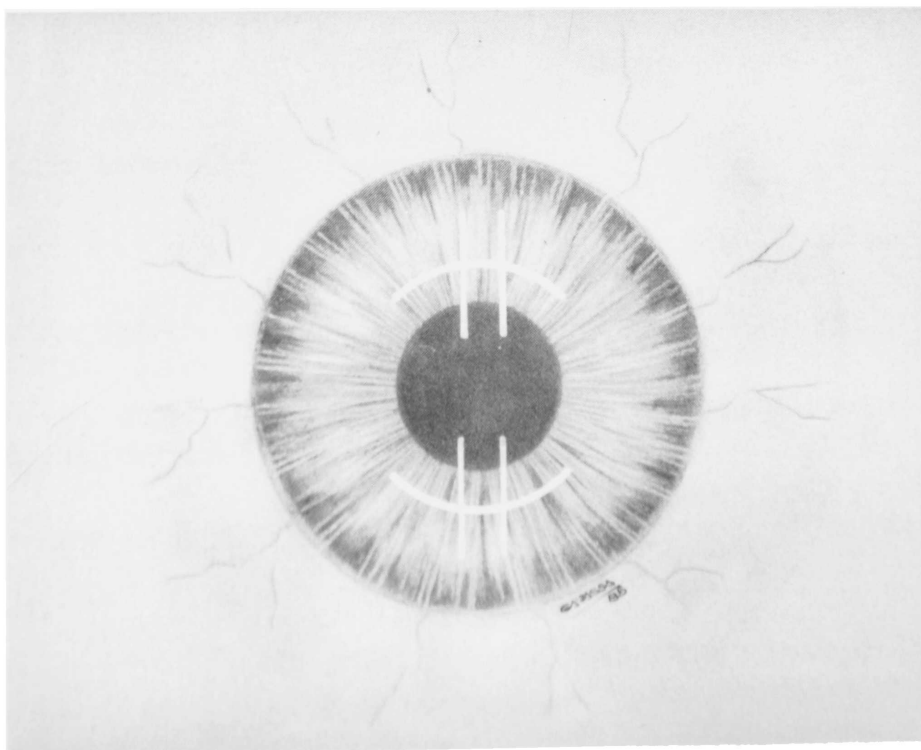
**FIGURA 2**

*Dos queratotomías en arco con una queratotomía radial cada una*



**FIGURA 3**

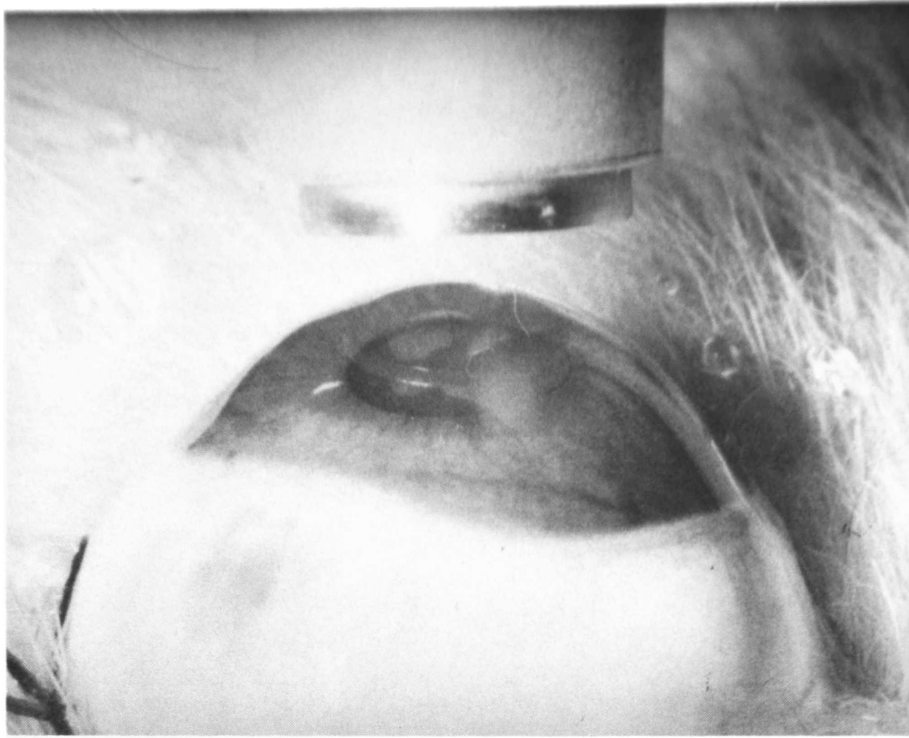
*Una queratotomía en arco con dos queratotomías radiales*



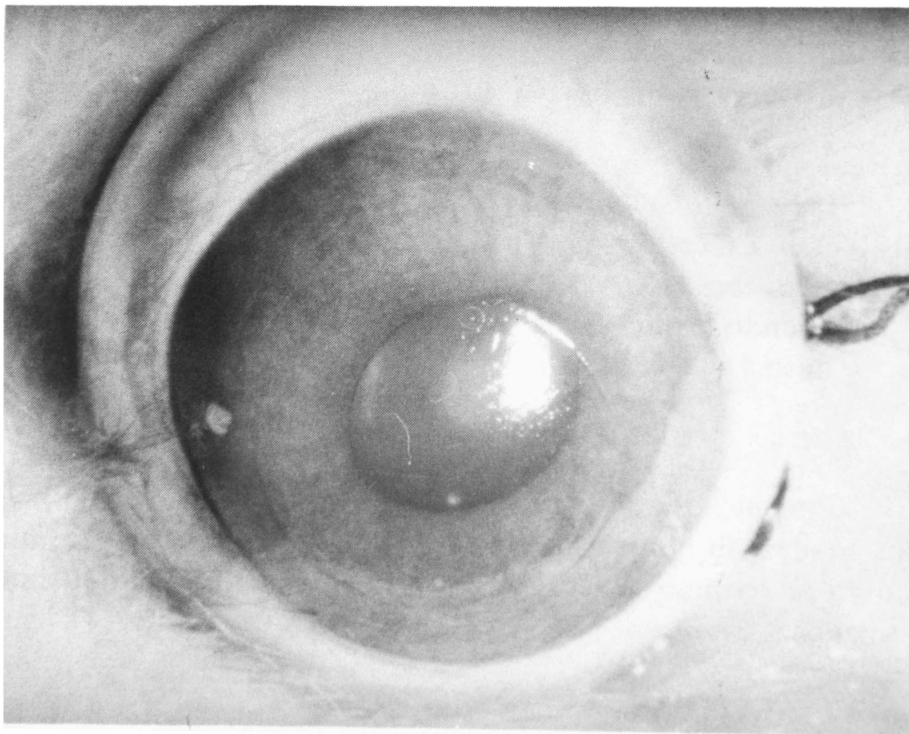
**FIGURA 4**

*Dos queratotomías en arco con dos queratotomías radiales cada una*

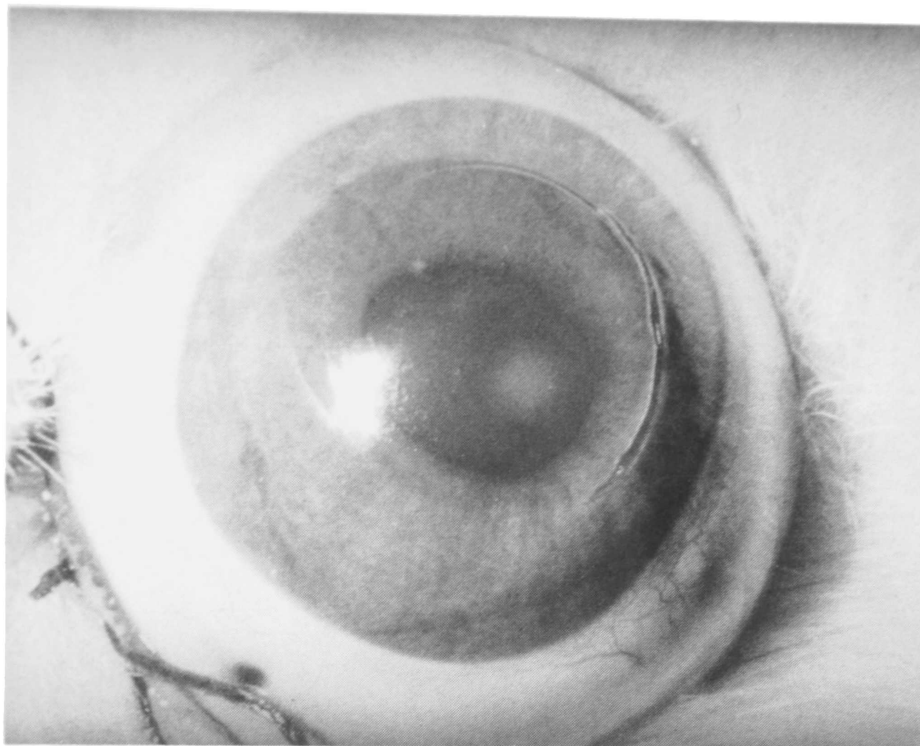
**INDUCCION DE ASTIGMATISMO CORNEAL**



*FIGURA 5*  
*Demarcación con trépano*



*FIGURA 5A*  
*Demarcación con trépano*



*FIGURA 6*  
*Queratotomía en arco*

Dependiendo del tipo de experimento realizado, se hace otra queratotomía arqueada a 180° de la primera (Fig. 6).

7. Se hace la queratotomía radial con hoja de afeitar que cruce la arqueada por su mitad, de 4 mm de longitud aproximada, dejando una zona óptica entre 3 a 4 mm de diámetro. En caso de realizar 2 queratotomías radiales, estas se hacen paralelas entre sí, con 1 mm de separación entre ellas, de igual longitud que la radial sola y dejando la misma zona óptica. La profundidad de la queratotomía radial fue la misma que la de la queratotomía arqueada (Figs. 7 y 7A).

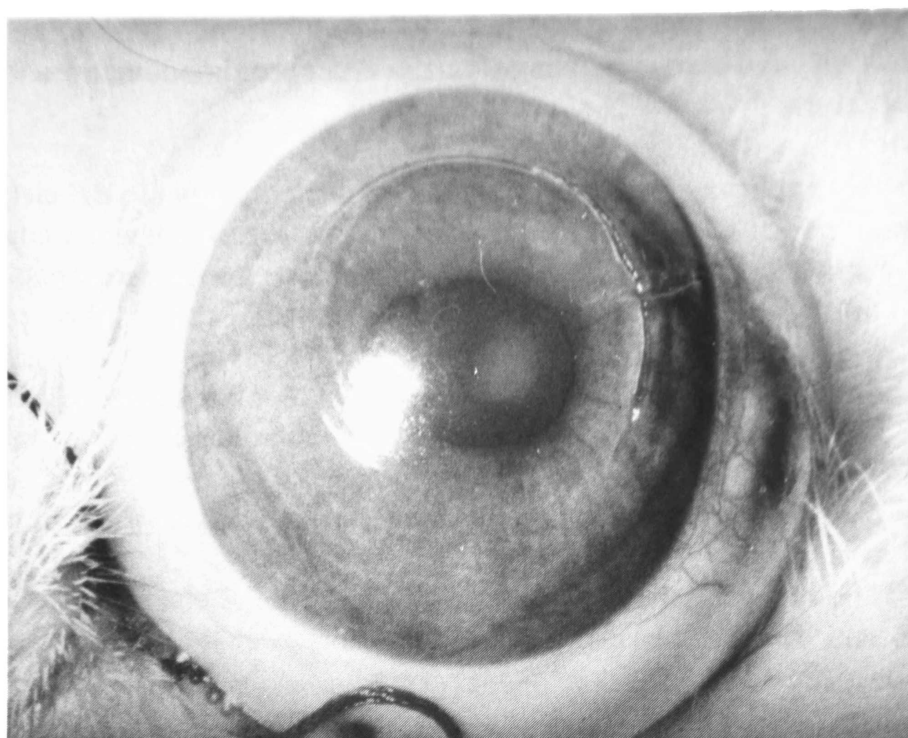
8. Lavado de las incisiones con solución salina.

Los procedimientos descritos se hicieron en un total de 16 conejos vivos de diferentes edades. El control queratométrico post-operatorio se inició tan pronto como se terminó la cirugía; se hicieron controles diarios durante la primera semana

## **BASES MATEMATICAS**

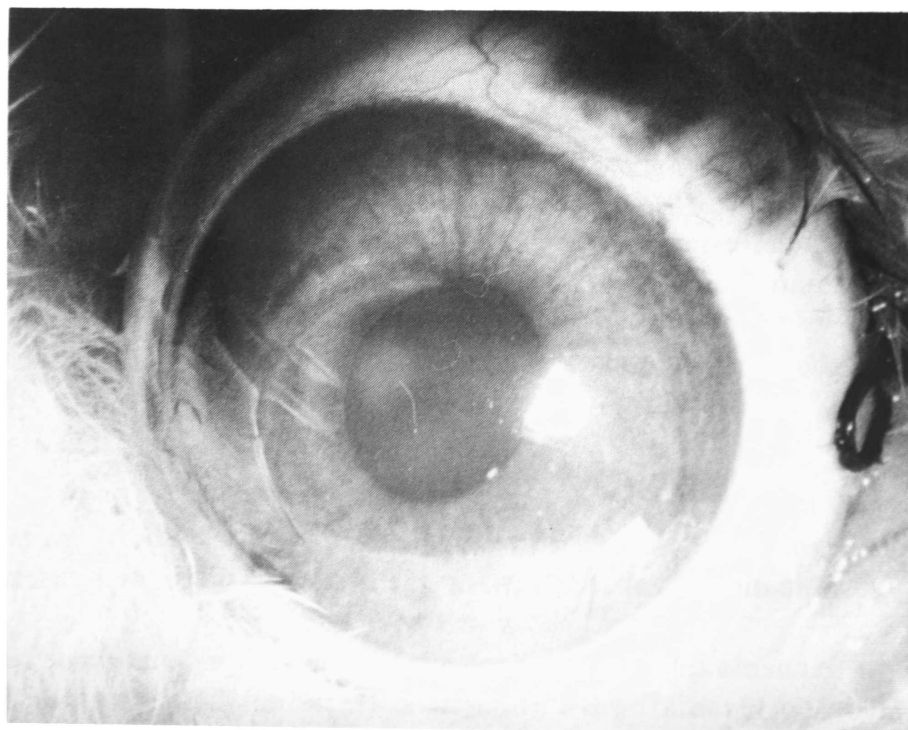
En el estudio de la modificación de la curvatura corneal (5, 6) se toma a la cornea como una concha delgada de curvatura constante, en el ojo no

INDUCCION DE ASTIGMATISMO CORNEAL



*FIGURA 7*

*Queratotomía en arco con una queratotomía radial*



*FIGURA 7A*

*Queratotomía en arco con dos queratotomías radiales*

astigmático, o como una concha delgada de curvatura variable, en el ojo astigmático, en cuyo caso la mayor curvatura está aproximadamente a  $90^\circ$  de la menor curvatura.

Para poder explicar y calcular el fenómeno de aplanamiento del eje(s) en el que se realizan los cortes radiales iguales y opuestos, se tomarán conceptos matemáticos que se aplican en el diseño geométrico de las vías, en su capítulo de curvas compuestas, donde se unen curvas con distintos radios. (7).

Estos conceptos son aplicables al caso corneal, pues como se verá más adelante, los cortes radiales dividen a la córnea en zonas de distintos radios, formando segmentos de circunferencia que deben “encajarse o empalmarse”, en la misma forma que se empalman las curvas horizontales de distinto radio.

Analizando el eje en el cual actúan los cortes radiales encontramos 3 zonas corneales con distinta curvatura, que tomándolas del limbo al centro de la córnea son: (Figs. 8, 8A).

a. Zona entre limbo y el inicio del corte radial: (Zona A):

En esta zona el radio de curvatura corneal es constante y únicamente se presenta un “giro” hacia afuera de la porción corneal teniendo su centro en el limbo; o sea el limbo no se desplaza.

b. Zona de corte: (Zona B):

En esta zona corneal, el radio de curvatura se disminuye con la cirugía debido a la reducción del espesor corneal. La derivada\* entre la zona A y la B se mantiene constante para que el cambio de curvatura sea suave.

El radio de curvatura en esta zona de corte después de cirugía es igual al radio corneal inicial menos el espesor del corte.

c. Zona de influencia o zona óptica: (Zona C):

Está localizada entre los dos cortes radiales opuestos. La derivada entre las zonas B y C se mantiene constante, para que el cambio de curvatura sea suave.

Teniendo en cuenta que: 1o. Las derivadas en los puntos de unión de las zonas A-B (inicio del corte radial), y B-C (final del corte radial) son constantes; 2o. Que

\* Derivada es la pendiente de la recta tangente a una curva



INDUCCION DE ASTIGMATISMO CORNEAL

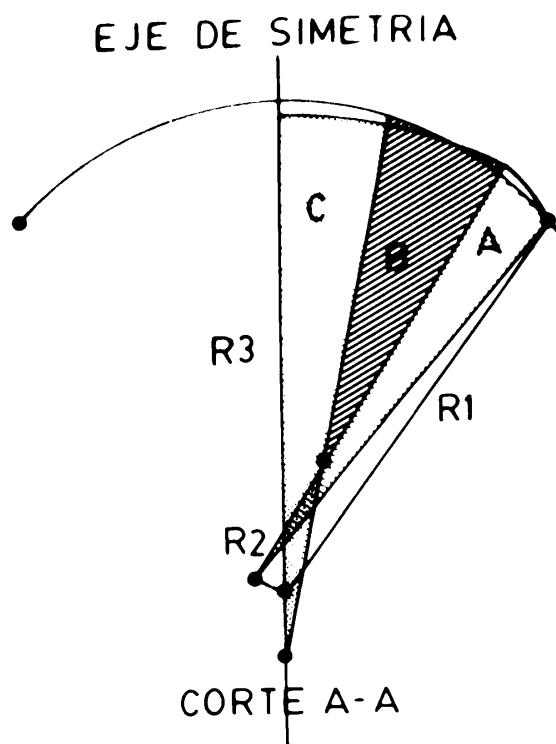


FIGURA 8  
Eje de simetría. Corte A-A

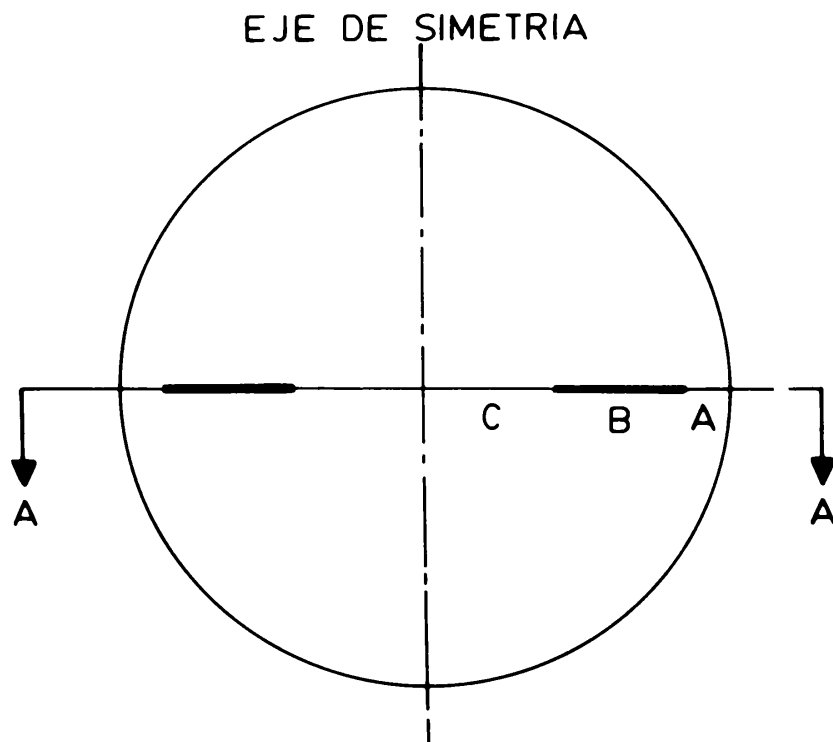


FIGURA 8A  
Eje de simetría

la zona A *no cambia su curvatura*, sino que gira sobre el limbo; 3o. Que el radio de curvatura de la zona B (zona de corte) se disminuye; 4o. Que el perímetro corneal, antes y después de cirugía, se mantiene constante; entonces solo existe un segmento de circunferencia que pueda unir la zona B; este segmento tendrá necesariamente un radio de curvatura mayor que el inicial y se denomina segmento C o zona óptica (Fig. 8).

Para solucionar el problema de “encajar” los segmentos de circunferencia anteriormente descritas se debe proceder a suponer inicialmente una posición del centro de la zona A que después de la cirugía se desplaza para permitir el giro sobre el limbo.

Después de tener localizado el centro de la zona A, se ubica el punto de inicio del corte; esto se hace conociendo la distancia al limbo. El radio en la zona A es igual al radio de curvatura inicial. Teniendo definida la zona A, se procede a localizar el centro de la zona B que estará sobre la línea que une el inicio de la incisión con el centro de la zona A. Luego se determina la posición del final del corte o de la zona B conociendo la longitud de la incisión y el radio en esta zona. El segmento de circunferencia de la zona C queda definido al trazar una recta desde el final del corte hasta interceptar el eje de simetría; pasando por el centro de la zona B; en este sitio está el centro de la circunferencia para la zona C que une las tres zonas.

Pero aún falta cumplir la premisa de la igualdad de perímetros. Esto se hace calculando el perímetro final y comparándolo con el inicial. Si el perímetro final es mayor que el inicial, significa que el giro supuesto es demasiado alto y entonces se debe disminuir y de nuevo calcular la posición final.

Como se puede ver es necesario hacer un número bastante grande de operaciones matemáticas; para esto, se diseñó un programa de computador que realiza el tedioso proceso de iterar hasta lograr la solución que cumple las restricciones antes enunciadas.

Este programa está escrito en FORTRAN pero es fácilmente traducible a BASIC que es el lenguaje más utilizado en los microcomputadores.

Tiene como datos de entrada los siguientes parámetros del ojo:

## INDUCCION DE ASTIGMATISMO CORNEAL

```

IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
COMMON /VAR/ R(40),PI
PI=3.141592
READ(5,100)RINI,DIOINI,ESPCOR,PORC,RCORN,CORTE,DLIM,CORINC,DISINC
100 FORMAT(5F10.0,/,4F10.0)
ESP=ESPCOR*PORC/100
R(21)=CORTE
R(17)=DLIM
RCORT=RINI-ESP
WRITE(6,150)RINI,DIOINI,RCORT,RCORN,ESP,ESPCOR
150 FORMAT(///,10X,'RADIO DE CURVATURA INICIAL=',F14.3,' mm',/,10X,
1 'DIOPTRIAS INICIALES = ',F10.3,/,10X,
1 'RADIO DE CURVATURA EN EL CORTE=',F10.3,' mm',/,10X,
2 'DIAMETRO CORNEAL LIMBO A LIMBO=',F10.3,' mm',/,10X,
3 'PROFUNDIDAD DEL CORTE= ',F10.3,' mm',/,10X,
4 'ESPESOR DE LA CORNEA = ',F10.3,' mm',///,7X,
5 ' DISTANCIA LONGITUD ZONA OPTICA ',
6 'RADIO FINAL DIOPTRIAS',/,7X,
7 'DE LA INCISION DE LA INCISION',/,9X,
8 ' AL LIMBO')
RCORN=RCORN/2
R(6)=DSQRT(RINI**2-RCORN**2)
R(24)=RINI*DASIN(RCORN/RINI)
600 R(22)=0
R(23)=RCORN-RINI
R(25)=2*RINI*DASIN(R(17)/2/RINI)
R(26)=2*RCORT*DASIN(R(21)/2/RCORT)
200 R(13)=(R(22)+R(23))/2
R(14)=R(6)-DSQRT(RINI**2-(R(13)-RCORN)**2)

C
C RUTINA B
C
R(19)=DACOS((RCORN-R(13))/RINI)
R(19)=R(19)+DACOS((2*RINI**2-R(17)**2)/2/RINI**2)
Y=RINI*DSIN(R(19))
X=RINI*DCOS(R(19))
R(10)=R(14)+Y
R(9)=R(13)+X
Y=(RINI-RCORT)*DSIN(R(19))
X=(RINI-RCORT)*DCOS(R(19))
R(12)=R(14)+Y
R(11)=R(13)+X

C
C RUTINA C
C
ANG=R(19)+DACOS((RCORT**2-R(21)**2)/2/RCORT**2)
Y=RCORT*DSIN(ANG)
X=RCORT*DCOS(ANG)
R(8)=R(12)+Y
R(7)=R(11)+X
AUX=(R(8)-R(12))/(R(7)-R(11))
R(4)=R(8)-AUX*R(7)
R(16)=DSQRT((R(4)-R(8))**2+R(7)**2)
R(3)=R(16)+R(4)
ZO=DSQRT(R(7)**2+(R(8)-R(3))**2)
R(27)=2*R(16)*DASIN(ZO/2/R(16))
R(30)=R(27)+R(25)+R(26)-R(24)
IF(DABS(R(30))<0.000001) GO TO 300
IF(R(30)>0) GO TO 400
R(22)=R(13)
GO TO 200
400 R(23)=R(13)
GO TO 200
300 IF (R(7).LE.1.4) GOTO 700
VER=0

```

```

ZO=2*R(7)
DIOP=336/R(16)
WRITE (6,500) R(17),R(21),ZO,R(16),DIOP
500 FORMAT(3X,5F15.3)
IF (CORINC.EQ.0) GOTO 700
R(21)=R(21)+CORINC
GOTO 600
700 R(21)=CORTE
IF (DISINC.EQ.0) GOTO 800
R(17)=R(17)+DISINC
IF (VER.EQ.1) GOTO 800
VER=1
GOTO 600
800 STOP
END
    
```

ANEXO 1

Listado del programa para el cálculo de la queratotomía radial escrito en lenguaje FORTRAN.

```

6.5200    51.75    0.4900    80.0    10.2000
3.0000    0.000    0.1000    0.2000
    
```

ANEXO 2

Datos de Entrada. Ejemplo.

```

RADIO DE CURVATURA INICIAL=      6.520 mm
DIOPTRIAS INICIALES =           51.750
RADIO DE CURVATURA EN EL CORTE=   5.344 mm
DIAMETRO CORNEAL LIMBO A LIMBO=  10.200 mm
PROFUNDIDAD DEL CORTE=            .392 mm
ESPESOR DE LA CORNEA =            .490 mm
    
```

DISTANCIA DE LA INCISION AL LIMBO	LONGITUD DE LA INCISION	ZONA OPTICA	RADIO FINAL	DIOPTRIAS
0.000	3.000	5.493	7.323	45.334
0.000	3.100	5.302	7.413	44.788
0.000	3.200	5.109	7.513	44.191
0.000	3.300	4.914	7.626	43.536
0.000	3.400	4.716	7.755	42.814
0.000	3.500	4.517	7.902	42.016
0.000	3.600	4.316	8.072	41.132
0.000	3.700	4.113	8.270	40.146
0.000	3.800	3.907	8.504	39.042
0.000	3.900	3.700	8.783	37.798
0.000	4.000	3.491	9.124	36.389
0.000	4.100	3.280	9.548	34.773
0.000	4.200	3.068	10.084	32.923
0.000	4.300	2.853	10.789	30.771
.200	3.000	5.125	7.499	44.276
.200	3.100	4.931	7.609	43.630
.200	3.200	4.736	7.735	42.921
.200	3.300	4.538	7.879	42.137
.200	3.400	4.338	8.045	41.270
.200	3.500	4.136	8.237	40.304
.200	3.600	3.933	8.464	39.225
.200	3.700	3.727	8.734	38.011
.200	3.800	3.520	9.061	36.639
.200	3.900	3.311	9.465	35.075
.200	4.000	3.100	9.976	33.279
.200	4.100	2.888	10.645	31.190
.400	3.000	4.752	7.706	43.082

## INDUCCION DE ASTIGMATISMO CORNEAL

.400	3.100	4.556	7.840	42.315
.400	3.200	4.357	8.007	41.465
.400	3.300	4.157	8.174	40.621
.400	3.400	3.955	8.342	39.787
.400	3.500	3.753	8.510	38.964
.400	3.600	3.545	8.680	38.148
.400	3.700	3.338	8.850	37.339
.400	3.800	3.129	9.020	36.538
.400	3.900	2.919	9.190	35.744
.600	3.000	4.373	7.959	41.715
.600	3.100	4.175	8.139	40.794
.600	3.200	3.974	8.319	39.876
.600	3.300	3.772	8.500	38.964
.600	3.400	3.568	8.682	38.057
.600	3.500	3.362	8.865	37.157
.600	3.600	3.155	9.049	36.264
.600	3.700	2.946	9.234	35.378
.800	3.000	3.990	8.275	40.119
.800	3.100	3.789	8.457	39.199
.800	3.200	3.587	8.640	38.284
.800	3.300	3.382	8.824	37.374
.800	3.400	3.177	9.009	36.468
.800	3.500	2.969	9.194	35.567
1.000	3.000	3.603	8.688	38.216
1.000	3.100	3.400	8.874	37.299
1.000	3.200	3.195	9.060	36.387
1.000	3.300	2.990	9.246	35.479
1.200	3.000	3.211	9.252	35.886
1.200	3.100	3.007	9.438	34.991
1.200	3.200	2.801	9.624	34.101
1.400	3.000	2.816	10.078	32.944

### ANEXO 3

#### Resultados. Ejemplo.

Radio de curvatura inicial.

Diámetro corneal limbo a limbo.

Longitud de la incisión (con incrementos).

Distancia al limbo de la incisión (con incrementos).

Profundidad de corte.

El programa está diseñado en tal forma que calcula la modificación de la curvatura en 1 eje; luego será necesario correrlo 2 veces, para que calcule la modificación en ambos ejes corneales.

Para lograr un aplanamiento uniforme en toda la córnea, sería necesario hacer una infinidad de cortes radiales (Fig. 9); ya que esto es quirúrgicamente imposible, se reemplazan por un corte circular (miopía) (Fig. 10), si se desea un aplanamiento de toda la zona óptica o por un corte semicircular (astigmatismo) (Fig. 11) si desea aplanar un sector de ella. El objeto de los cortes circular y semicircular es el de extender el efecto de los cortes radiales, (Fig. 10) puesto que en el sitio de entrecruzamiento se produce una mayor "entreabertura" lo que permite un mayor desplazamiento de toda la córnea lo cual origina un diámetro transversal corneal mayor.

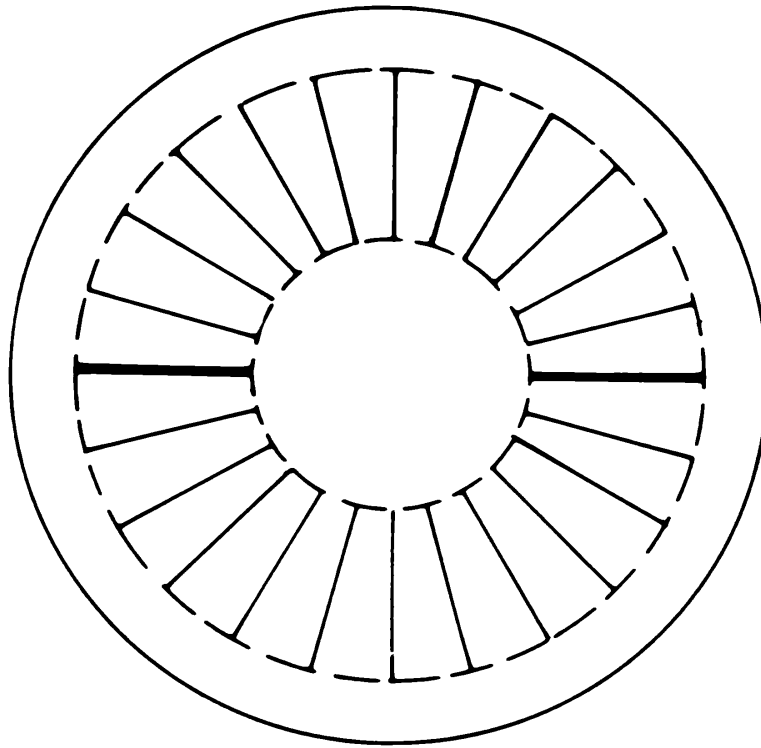
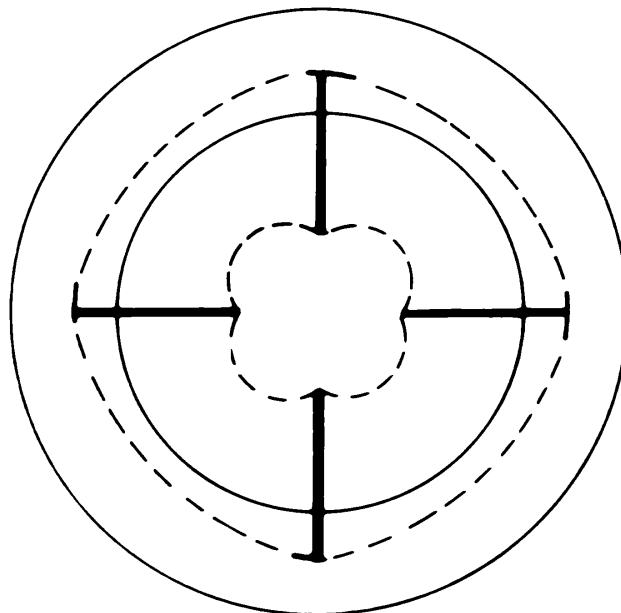


FIGURA 9  
*Cortes (queratotomías).*



————— Cortes  
- - - - - Zona de influencia

FIGURA 10  
*Queratotomía circular + queratotomía radial (miopía)*

## INDUCCION DE ASTIGMATISMO CORNEAL

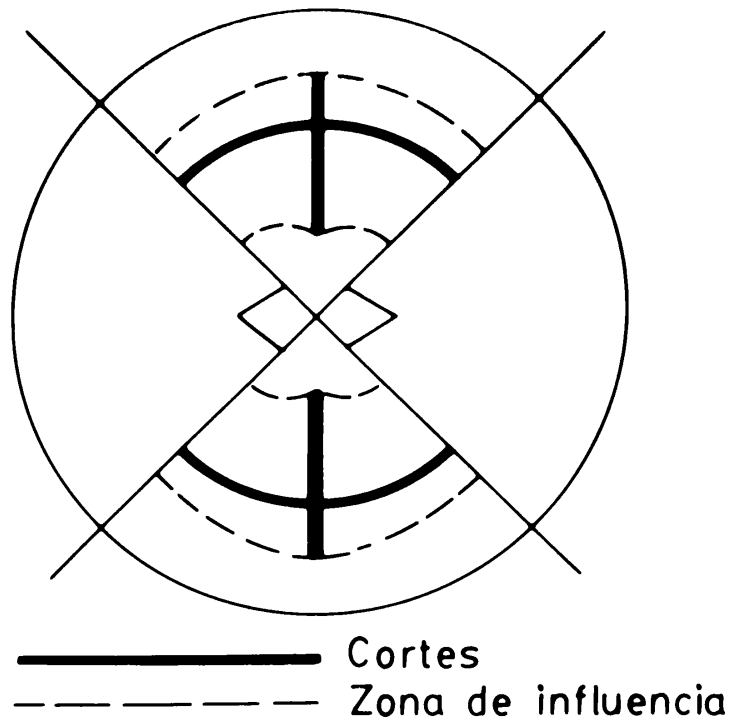


FIGURA 11

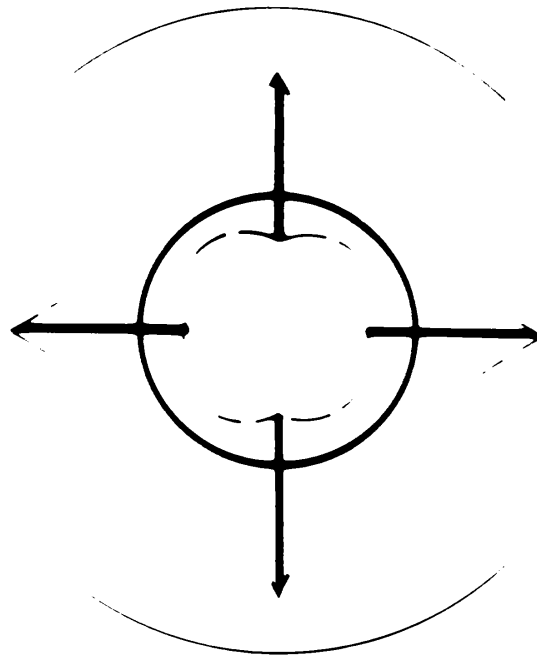
*Queratotomía semicircular + queratotomía radial. (Astigmatismo)*

Para aumentar al máximo el efecto aplanador del corte radial, es necesario realizar el corte circular o semicircular *en la periferia media corneal* con el objeto de dividir simétricamente el corte radial, y así lograr extender al máximo su efecto; si se acerca el corte circular o semicircular a alguno de los extremos de la radial se estaría desperdiciando longitud del corte radial eficaz para el aplanamiento (Fig. 12).

Al hacer 2 parejas de cortes radiales paralelos separados entre sí más o menos 1 mm se busca semejar la condición a la inicial de cortes corneales infinitos (Fig. 13), situación en la cual teóricamente se obtendría el mayor aplanamiento posible.

Para fines prácticos existe una relación lineal entre el radio de curvatura en la zona de corte y la profundidad de la incisión, únicamente para profundidades de corte entre el 60 al 80%; por encima del 80% de profundidad, se pierde esta linealidad convirtiéndose la relación en una función que puede ser cuadrática o cúbica según que se acerque la profundidad del corte al 90 o 95%.

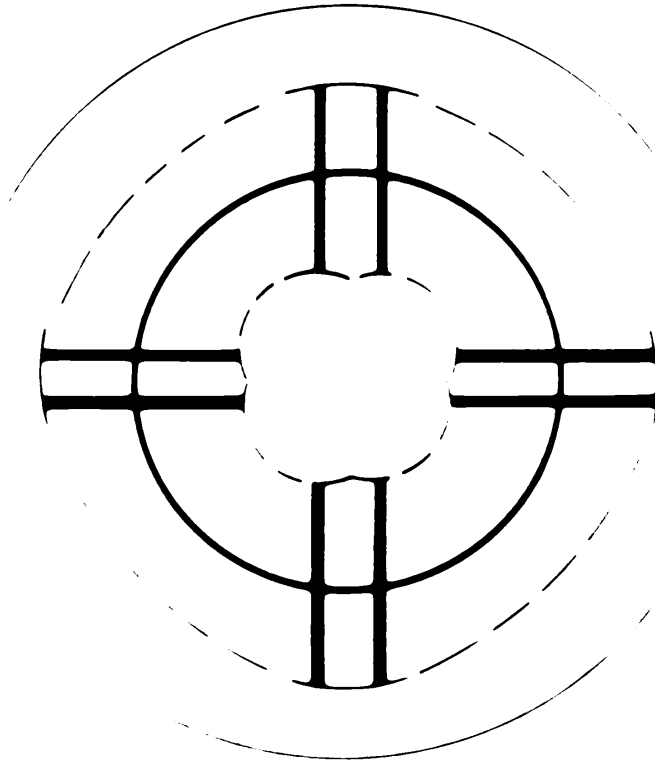
Con profundidad de corte del 50% o menos, la relación entre el radio de curvatura en la zona de corte y la profundidad de la incisión, tampoco es lineal, siendo también cuadrática o cúbica.



— Cortes  
- - - Zona de influencia

FIGURA 2

Diagrama de influencia de los sujetos - otros - sujetos - otros - sujetos - otros - otros



41



## INDUCCION DE ASTIGMATISMO CORNEAL

De lo anterior se desprende que el radio en la zona de corte, con profundidad mayor del 80%, se disminuye más que lo esperado teóricamente con una relación lineal, lo que producirá hipercorrecciones.







En el caso de profundidades de corte de menos del 50%, ocurrirá todo lo contrario, encontrando menos disminución del radio de curvatura de la zona de corte que lo esperado, produciendo hipocorrecciones.

### RESULTADOS

El espesor corneal de los conejos utilizados, medido con el VIDA, varió entre 0.35 a 0.40 mm.

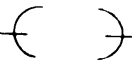



De los 16 conejos operados, en 6 se les practicó una queratotomía arqueada y una queratotomía radial (Tabla I); a 4 se les hizo, en el mismo ojo, 2 queratotomías arqueadas con sus respectivas queratotomías radiales, separadas a 180° las queratotomías arqueadas (Tabla II); en 2, se realizó una queratotomía arqueada con 2 queratotomías radiales (Tabla III). En los 4 restantes la cirugía practicada fue la de 2 queratotomías arqueadas con 2 queratotomías radiales, a 180° de distancia entre las queratotomías (Tabla IV).

En los ojos que se produjo perforación en el momento quirúrgico, el efecto buscado fue mayor, pero intencionalmente se desecharon y no se incluyeron.

CONEJO #	QUERATOMETRIA INICIAL	ESPESOR CORNEAL	ESQUEMA Y/O TIPO DE CIRUGIA	PROFUNDID. INCISION. %	QUERATOMOT. POST-OP.	DIOPT. INDUC.	TREPANO (mms.)
1	(48:25)(48:00)90° (6.97)(7.03)	0.37	 a 180°	0.3/0.37 81%	(38:50)(49:50)180° (8.77)(6.82)	11	7.5
2	(48:50)(49:75)0° (6.96)(6.78)	0.36	 a 180°	0.3/0.36 83%	(41:50)(49:75)165° 8:13 6:78	8.25	7.5
3	(51:25)(51:00)90° (6.59)(6.62)	0.36	 a 180°	0.32/0.36 88.88%	(50:50)(49:50)90° (6.92)(7.46)	1	7.5
4	(49:25)(50:50)90° (6.85)(6.68)	0.37	 a 180°	0.35/0.37 94.59%	(43:00)(51:25)180° (7.85)(6.478)	8.25	7.5
5	(50:87)(50:25)90° (6.62)(6.72)	0.36	 a 180°	0.32/0.36 88.88%	(38:50)(54:50)155° (8.77)(6.18)	16	7.5
6	49:00 esf. (6.89)	0.35	 a 90°	0.3/0.35 85.71%	(50:50)(36:00)90° (6.58)(8.22)	14.5	6.0



**TABLA I**  
*Resultados de una queratotomía en arco con una queratotomía radial*

**ALEJANDRO ARCINIEGAS-LUIS E. AMAYA-GABRIEL VELASQUEZ-LUIS HERNANDEZ**

CONEJO #	QUERATOMETRIA INICIAL	ESPEJOR CORNEAL	ESQUEMA Y/O TIPO DE CIRUGIA	PROFUNDIDAD INCISIONES %	QUERATOMETRIA POST-OPERAT.	DIOPTRIAS INDUCIDAS	TREPANO (mms.)
1	(48:50)(47:50)90° 6.96 7.11	0.35	 180°	0.3/0.35 85.71%	(43:50)(50:50)172° (7.76)(6.68)	7	7.5
2	(47:50)(49:50)30° 7.11 6.82	0.35	 180°	0.3/0.35 85.71%	(45:25)(48:75)170° (7.46)(6.92)	3.5	7.5
3	(49:50)(48:50)90° 6.82 6.96	0.35	 180°	0.3/0.35 85.71%	(43:50)(48:75)170° 7.75 6.92	5.25	6.0
4	(45:75)(46:50)180° 7.38 7.26	0.35	 180°	0.32/0.35 91.42%	(38:50)(48:50) 8.77 6.96	10	6





**TABLA II**

*Resultados de dos queratotomías semicirculares con una queratotomía radial*

CONEJO #	QUERATOMETRIA INICIAL	ESPEJOR CORNEAL	ESQUEMA Y/O TIPO CIRUGIA	PROFUNDIDAD INCISIONES %	QUERATOMETRIA POST-OPERAT.	DIOPTRIAS INDUCIDAS	TREPANO (mms.)
1	(46:75)(47:50)180° 7.22 7.11	0.37	 180°	0.34/0.37 91.89%	(40:25)(54:00)160° 8.39 6.158	13.75	7.5
2	(50:50)(50:00)90° 6.68 6.75	0.37	 180°	0.32/0.36 88.88%	(48:00)(41:00)90° 7.03 8.23	7	7.5

**TABLA III**

*Resultados de una queratotomía en arco con dos queratotomías radiales paralelas*

CONEJO #	QUERATOMETRIA INICIAL	ESPEJOR CORNEAL	ESQUEMA Y/O TIPO CIRUGIA	PROFUNDIDAD INCISIONES %	QUERATOMETRIA POST-OPERAT.	DIOPTRIAS INDUCIDAS	TREPANO (mms.)
1	(46:00)(45:50)90° 7.34 7.42	0.40	 180°	0.34/0.40 85%	( 700)(50 0) 6:75	+ de 20	6.0
2	(46:50)(45:50)90° 7.26 7.42	0.38	 180°	0.32/0.38 84.21%	( 620)(47:00)80° (5,335) 7:18	15	6.0
3	(46:00)(45:00)90° 7.34 7.5	0.36	 180°	0.3/0.36	(43:00)( 610) 7:85 5,434	+ de 18	6.0
4	(42:50)(43:75)180° 7.34 7.71	0.36	 180°	0.32/0.36 88.88%	(58:50)(41:75)90° (5,675) 8:08	16.75	7.5

**TABLA IV**

*Resultados de dos queratotomías en arco con dos queratotomías paralelas*

Como se había descrito (3), durante el seguimiento, se observa disminución del astigmatismo corneal inducido, hacia el 4o. o 5o. día. Esto lo atribuimos a la falta de la membrana de Bowmann en la córnea de los conejos, a la cicatrización y al tipo de colágeno VI que poseen.

También se observó edema corneal leve en la intersección de la queratotomía arqueada con la queratotomía radial, que desapareció al tercer o cuarto día.

## **INDUCCION DE ASTIGMATISMO CORNEAL**

Esto había sido descrito previamente (3). En algunos conejos se hicieron procedimientos quirúrgicos diferentes (pero con los mismos parámetros) en los dos ojos para poder comparar el efecto logrado.

### **DISCUSION**

Se recomienda hacer primero la queratotomía(s) radial o radiales y luego la queratotomía en arco(s).

Aunque se utilizaron los mismos parámetros (zona óptica, profundidad de corte, longitud, etc.) los resultados logrados a veces no son los mismos; esto se debe al hecho de que siempre no se puede alcanzar la misma profundidad, longitud, etc., en las incisiones.

La cantidad de astigmatismo que se alcanza con la(s) cirugías propuestas, depende de:

- a. Tipo de cirugía realizada.
- b. Radio de curvatura corneal.
- c. Tipo de corte, que a su vez depende del instrumento utilizado.

La posible complicación que se pudiera obtener en el entrecruzamiento de las incisiones se resuelve si se deja un compresivo desde el post-operatorio inmediato hasta 24 a 48 horas (4).

### **CONCLUSIONES**

Es obvio que la(s) cirugía(s) propuesta(s) producen un mayor efecto quirúrgico que las descritas anteriormente para corregir (inducir) astigmatismos.

Se necesita una menor cantidad de cirugía sobre la córnea obteniéndose una mayor corrección; o sea, se hace un menor trauma corneal.

Existen variables que necesariamente modifican los resultados, tales como:

- a. Diámetro de la zona óptica.
- b. Profundidad de las incisiones.
- c. Distancia de la queratotomía en arco con respecto del limbo.
- d. Si se hace una o dos queratotomías en arco y una o dos queratotomías radiales.

e Si hay o no entrecruzamiento de las queratotomías en arco y radial (3).

f Radio de curvatura corneal inicial.

g Ya que la queratotomía circular o semicircular *le da uniformidad a la deformación de la zona óptica*, no es estrictamente necesario que las incisiones radiales estén totalmente enfrentadas, así como tampoco lo es el centraje con la zona óptica.

Creemos que se obtienen correcciones astigmáticas mayores que con cualquier otra cirugía diseñada para tal fin. En conejos existe una muy buena tolerancia al procedimiento. Con la(s) técnica(s) propuesta(s) se hace menos cirugía corneal (menos trauma); se pueden utilizar zonas ópticas más grandes, menos reacciones secundarias (deslumbramiento, visión fluctuante, etc.) y se obtienen correcciones quirúrgicas mayores.

## RECOMENDACIONES

Medir el diámetro corneal, para hacer la queratotomía circular en la mitad del mismo o sea en periferia media.

Colocar compresivo por las primeras 24 a 48 horas.

Hacer primero las queratotomías radiales y luego la semicircular.

## REFERENCIAS

1. SCHACHAR, R. A. *Understanding Radial Keratotomy*. Denison, LAI Publishing, 1981.
2. RUIZ, E. A. Comunicaciones personales.
3. ARCINIEGAS, A., AMAYA, LUIS E., CHED, G. Modification of the radial Keratotomy in press.
4. ARCINIEGAS, A. Comunicación personal s. J. J. Barraquer.
5. ARCINIEGAS, A., AMAYA, LUIS E. *Experimental Modification of the corneal Curvature by means of Scleral Surgery*. *Annals of Ophthalmology*, Vol. 16 No. 12, Págs. 1.155-1.166, 1984.
6. ARCINIEGAS, A., AMAYA, LUIS E. *Corneal Curvature Modification by Scleral Surgery Preliminary Results*. *Annals of Ophthalmology*, Vol. 17 No. 4, Págs. 221-226, 1985.
7. TORRES, A., VILLATE, E. *Topografía*. Editorial Norma, 1983.