

MODIFICACION DE LA REFRACCION POR MEDIO DE INCLUSIONES INTRACORNEALES

POR

JOSE I. BARRAQUER M., M. D.

Bogotá - Colombia

Este trabajo tiene por objeto confirmar y ampliar algunas observaciones publicadas en trabajos anteriores y especialmente en nuestras notas previas de 1949¹ y de 1958³.

Antecedentes

En 1949, después de una serie de intervenciones experimentales, publicamos¹ una nota previa en la cual describíamos por primera vez la inclusión intracorneal de un lenticulo, para modificar la refracción del globo ocular. Este lenticulo incluido en el espesor de la córnea actuaría principalmente modificando la curva de la cara anterior de la córnea y también, independientemente, como lente, según su índice de refracción.

Iniciamos la experimentación en gato y conejo, introduciendo en una bolsa corneal un lenticito biconvexo de Flint Glass de 6 milímetros de diámetro y de 10 dioptrías positivas de poder. En estos casos la tolerancia fue mala, debido a la compresión que la periferia del lenticulo, por ser plano, ejercía sobre las capas anteriores de la córnea, determinando en un plazo más o menos largo la necrosis de las mismas, seguidas de expulsión del lenticulo. (Fig. 1).

Para obviar este inconveniente incluimos en el espesor de la córnea pequeños meniscos del mismo material, con base cóncava del mismo radio de curvatura que la córnea a nivel de la inclusión, y que calculamos 3 décimas de milímetro menor que el radio obtenido por lectura oftalmométrica de la cara anterior. Estos lenticulos, de 5 milímetros de diámetro, se toleraron bien, modificando el radio de curvatura de la cara anterior de la córnea proporcionalmente a su poder

dióptrico, pero determinaron, más o menos tardíamente, en todos los casos, edema de las capas corneales anteriores con formación de vesículas en el epitelio, vascularización, y en algunos casos necrosis con ulceración, aséptica o séptica por infección secundaria, y expulsión tardía del lenticulo, a no ser que la neo-

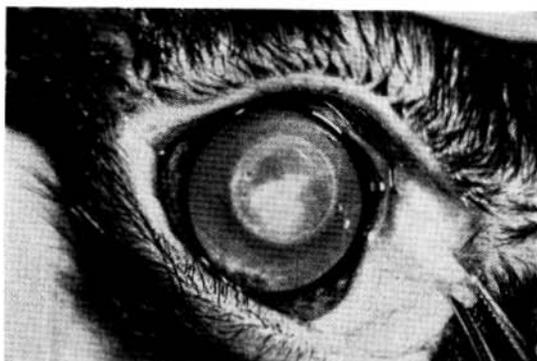


Fig. 1 Inclusion interlaminar de lenticulo plástico, plano de +10,00 dioptrías, 2 meses después de la intervención.

Opacificación de las capas corneales anteriores con mayor densidad junto a los bordes del lente.

formación de un tejido fuertemente vascularizado y opaco lo impidiese. Las capas posteriores de la córnea, situadas detrás del lenticulo, permanecían transparentes en todos los casos si no eran invadidas por el proceso séptico.

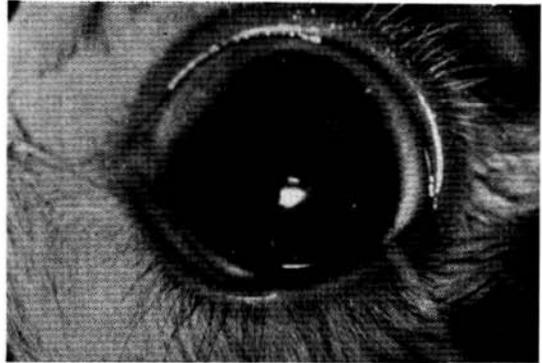
Con el advenimiento del lente de Ridley ensayamos nuevamente los mismos meniscos intracorneales, hechos esta vez en Plexiglas, llegando en todos los casos a la pérdida más o menos tardía de la transparencia de la córnea en sus capas anteriores o a la expulsión del lenticulo por los procesos ya reseñados.

Estas observaciones nos demostraron que la causa principal de intolerancia de estos implantes intracorneales es de índole física determinada por el obstáculo que representa el lente que interrumpe los intercambios metabólicos entre las capas posteriores y anteriores de la córnea y solo en este sentido, ya que la transparencia de las capas posteriores se mantuvo en todos los casos que no presentaron complicaciones sépticas sobreañadidas. No menospreciamos, sin embargo, la posibilidad de intolerancia debida a las condiciones químicas del material incluido.

Guiados por estos principios, ensayamos con E. Ariza ² inclusiones interlaminares de mayor tamaño, con una gran perforación central, con el fin de no alterar el metabolismo de la zona óptica, y de curva diferente a la de la córnea, con el fin de modificarla y alterar su poder refractivo. Estas inclusiones se eliminaron todas, a nuestro juicio, por la compresión que ejercían, al ser de diferente forma y gran tamaño.

Del estudio de estas experiencias se llegó a la conclusión de que un material extraño, para ser tolerado por la córnea, aparte de su inactividad química, debe ser de tal naturaleza que no impida la circulación de los flúidos intracorneales y que no someta a la córnea a tensiones o presiones extremas.

Fig. 2 Inclusión de un lentículo de piroxilina en forma de menisco de 7,5 milímetros de radio de curvatura. Transparencia perfecta a los 37 días. Principio de vascularización corneal a las 10.



La solución estaba en el empleo de una inclusión químicamente inactiva, de forma adecuada, de dimensiones muy pequeñas, o de un material permeable a los flúidos intersticiales de la córnea.

De acuerdo con estas conclusiones utilizamos para la inclusión intracorneal, discos en forma de menisco, de radio de curvatura apropiado, hechos con un material semipermeable: Piroxilina semihidratada.

La tolerancia de la Piroxilina fue perfecta en cuanto a circulación de flúidos intracorneales, conservación de la transparencia de las capas anteriores, y ausencia de alteraciones en el epitelio (Fig. 2), pero en todos los casos se presentó tardíamente reacción de intolerancia al cuerpo extraño caracterizada por

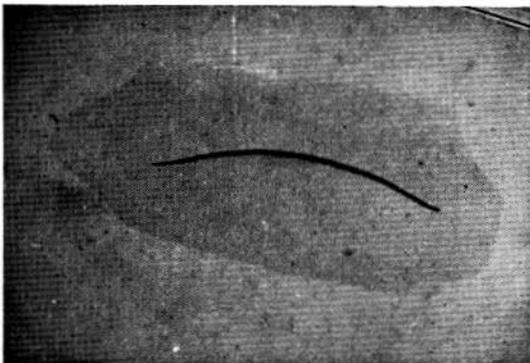


Fig. 3 Lentículo corneal positivo de 7 milímetros de diámetro tallado al torno.

vascularización de las capas corneales situadas delante y detrás del lentículo y que atribuimos a las características químicas del material incluido.

Mientras estudiábamos las posibilidades de modificar las propiedades de la Piroxilina o bien de encontrar otro material semipermeable totalmente inerte, avanzamos en otra rama de nuestra investigación, poniendo a punto una técnica para la obtención de lentículos de tejido corneal ⁵. (Fig. 3).

Obvio es exponer que el mejor material para incluir interlaminarmente en la córnea es el propio parénquima corneal, tanto por sus características físicas, de permeabilidad, consistencia, etc., como químicas y biológicas.

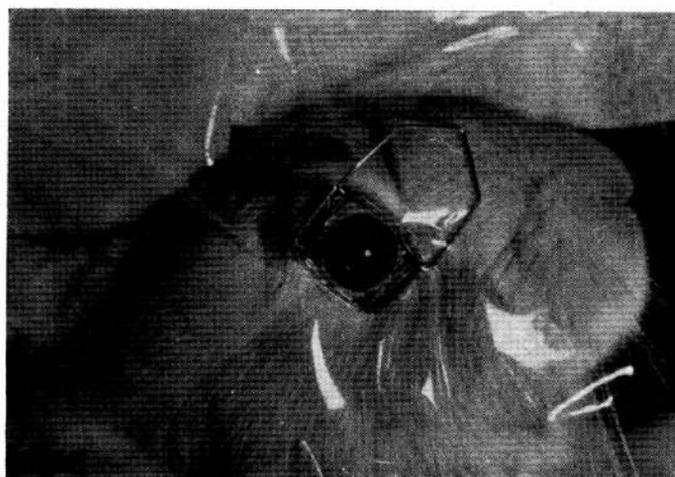


Fig. 4 Campo plástico. Blefarostato Colibrí y fijación del globo con 4 puntos esclerales anudados al blefarostato.

Si bien creímos obtener el lentículo de material más adecuado, la inclusión de lentículos de córnea homoplástica presentó múltiples incógnitas por resolver:

- 1) ¿Conservará la córnea su transparencia a pesar del cambio de paralelismo entre las laminillas propias y las del lentículo?
- 2) ¿Será el lentículo reabsorbido después de un período más o menos largo?
- 3) ¿Será posible la rehabilitación del lentículo por células vivas del receptor, al no existir continuidad entre las laminillas de la córnea receptora y las del lentículo?
- 4) ¿Modificará la córnea su forma, y en este caso será a expensas de la cara anterior o de la posterior, en qué grado y hasta qué límites?

5) ¿Cuál será la dimensión más adecuada para la inclusión?

La resolución de estas incógnitas ha sido el objeto de nuestra experimentación en este campo y el presente trabajo tiene por objeto exponer los resultados obtenidos.

LABOR EXPERIMENTAL. — *Inclusión de lenticulos de córnea*

Después de ensayar esta técnica en cerdo, perro, cobayo y conejo, decidimos limitar nuestra experimentación a este último animal, pues si bien la delgadez de su córnea es un inconveniente para la cirugía laminar, otras condiciones que lo han hecho el más popular en los laboratorios, compensan sobradamente la mayor dificultad de la técnica quirúrgica.

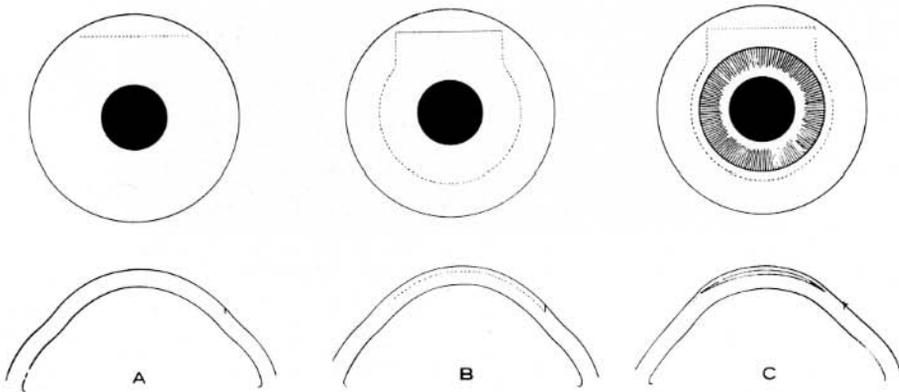


Fig. 5 Técnica de la inclusión interlaminar:
 a) Incisión rectilínea no perforante.
 b) Disección de la bolsa.
 c) Lenticulo incluido.

La técnica seguida para la inclusión intracorneal de lenticulos de tejido corneal ha sido similar en todos los casos:

- 1) Anestesia general por vía endovenosa con fenobarbital y pentobarbital; anestesia local por instilación de colirio de cocaína adrenalizado.
- 2) Campo operatorio plástico, con una abertura del tamaño de la hendidura palpebral.
- 3) Blefarostato Colibrí.
- 4) Cuatro puntos de sutura esclerales para fijar el globo al blefarostato. (Fig. 4).

5) Incisión rectilínea de la córnea a unos 2 ó 3 milímetros del limbo, frente a la inserción del recto superior, de 5 ó 6 milímetros de longitud y más o menos profunda según la situación deseada para la inclusión. (Fig. 5A).

6) Obtención de una bolsa interlaminar, manteniendo en lo posible el mismo plano de disección; ésta se llevó a cabo unas veces con espátula piriforme, otras con el disector de sinequias de Bonnet, o con tijera, y finalmente con un nuevo disector especialmente adaptado a las características del ojo de conejo y que simplifica considerablemente la intervención. (Fig. 6).

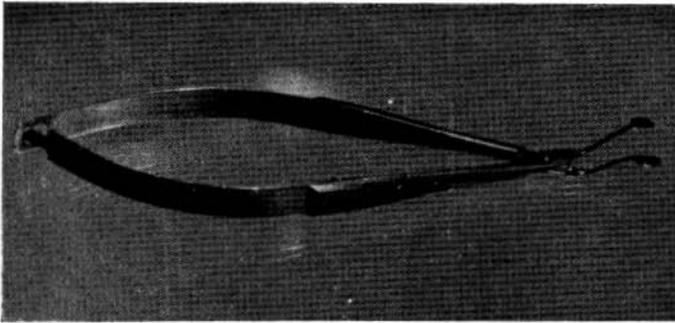


Fig. 6 Disector de bolsas interlaminares (J. I. Barraquer).

La bolsa corneal debe ser más ancha sobre el área pupilar que en la abertura de entrada y el fondo de la misma centrado con la pupila. (Fig. 5B).

7) Introducción del lentículo, previamente tallado y preparado, con su cara convexa hacia adelante. Extensión del mismo y centraje con ayuda de una espátula. (Fig. 5C).

8) La incisión no se sutura a menos que quede ligeramente entreabierta y en este caso, es suficiente uno o dos puntos de seda virgen.

9) Empleamos lentículos homoplásticos frescos y silicodesecados, de 6 y 7 milímetros de diámetro, basándonos:

a) En la experiencia en queratoplastia humana, que ha demostrado ampliamente que estas dimensiones son las más favorables.

b) Esta dimensión permite obtener lentículos de un poder refractivo relativamente alto, con un espesor moderado y compatible con el espesor del material dador.

c) Por ser la dimensión mínima que permite una medición oftalmométrica post operatoria, razonablemente exacta, y por estar los bordes del lenticulo algo alejados de la zona de lectura.

Empleamos oftalmómetros que efectúan la medición en puntos separados de 2 ó 4 milímetros entre sí. Incluimos lenticulos positivos entre $+5,00$ y $+10,00$ dioptrías y negativos de $-5,00$ dioptrías.

Para calcular el valor refractivo aproximado de los lenticulos corneales nos valemos de un método simplificado, consistente en aceptar como poder del mismo la diferencia entre el valor dióptrico de su cara anterior y posterior, considerando para ésta, no el real sino el que tiene una curva paralela a ella en un punto tal que el lente no tenga espesor. (Fig. 7).

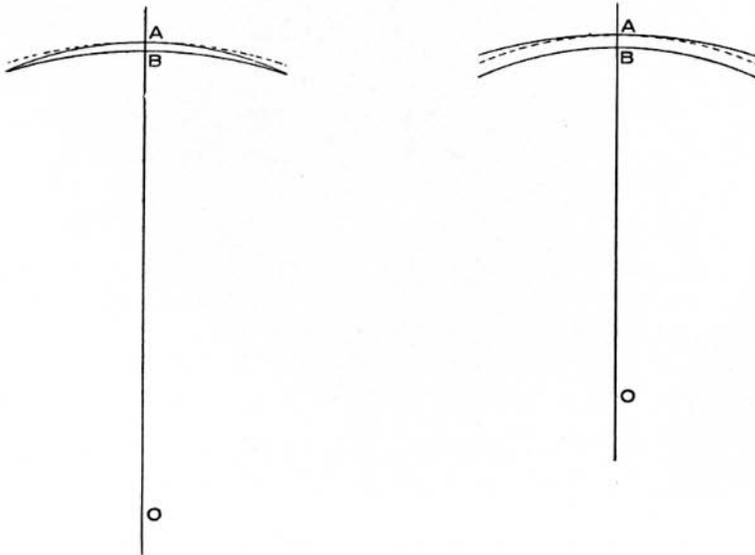


Fig. 7 Como valor dióptrico de los lenticulos utilizados, se consideró la diferencia entre el valor de la cara anterior del lenticulo y el de una curva paralela a la cara posterior, como si el lenticulo no tuviera espesor. (Línea punteada en el esquema).

El torneado de la cara posterior se calcula teniendo en cuenta el aumento del espesor que sufre el tejido corneal al ser congelado. Estos datos técnicos, por ser aproximados, los consideramos de menor interés y reservamos su descripción detallada para otra ocasión.

Evolución Post-operatoria

El curso postoperatorio es en todos los casos sumamente simple. El ojo permanece sin hiperemia y a simple vista la córnea aparece perfectamente transparente, o presenta un ligerísimo velo por edema en la zona en que se disecó la bolsa y que desaparece en 8 ó 10 días. El lentículo es casi invisible (Fig. 8); con iluminación oblicua se puede notar su presencia debido a la sombra que proyecta sobre el iris. En algunos casos se alcanzan a ver los bordes del lentículo. También es posible, a veces, apreciar el efecto de magnificación o reducción al examinar comparativamente, a través del lentículo y de la periferia corneal, las criptas y dibujos del iris.

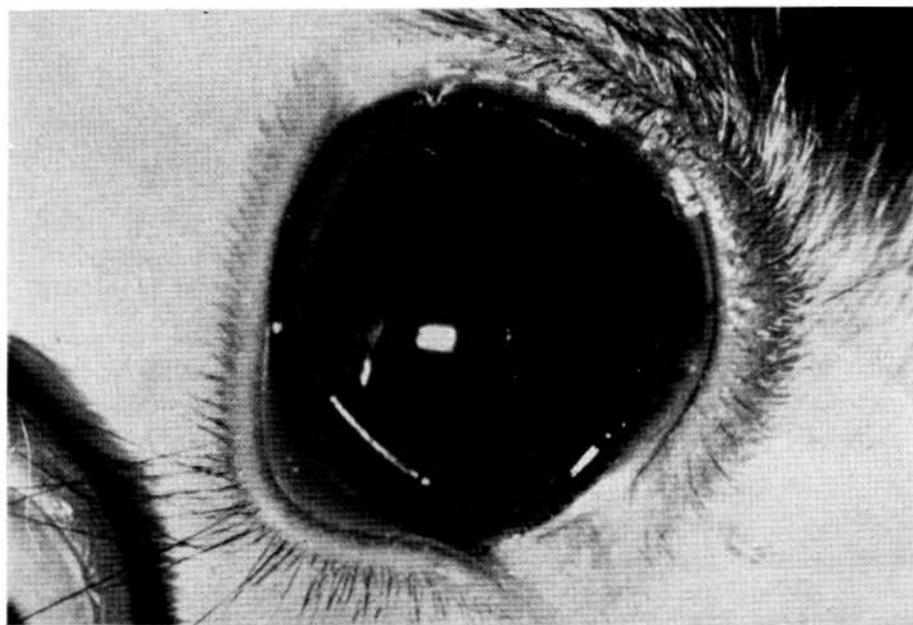


Fig. 8 Inclusión interlamilar de un lentículo corneal, 15 días después de la intervención.

El examen de perfil muestra el abombamiento central de las capas corneales anteriores (Figs. 9 y 10) semejante a un pequeño queratocono en los casos de inclusión positiva, y en la periferia del lentículo en los casos de inclusión negativa. (Fig. 11). La zona que corresponde al lentículo se ve aplanada en el centro en estos casos correspondiendo la ligera protrusión al borde lenticular donde éste es más grueso. (Fig. 11).

El reflejo del fondo ocular examinado con espejo plano permite apreciar la buena transparencia de los medios refringentes oculares, siendo a veces la som-

bra esquiástica semejante a la del queratocono. Los bordes del lentículo se aprecian como una línea oscura y son fácilmente reconocibles.

La queratoscopia con disco de Plácido muestra la existencia de astigmatismo irregular de poca magnitud que va regularizándose a medida que transcurren las semanas, llegando incluso a desaparecer por completo. (Fig. 13).

En los casos de lente positivo, el tamaño de la imagen del disco es menor y la separación entre las líneas concéntricas disminuye. (Fig. 14).

El tamaño de la imagen es evidentemente mayor, y la separación de las líneas más acentuada en los casos de inclusión de lente negativo. En éstos las líneas periféricas de la imagen del disco se amontonan en la zona que corresponde al borde del lentículo debido a un aumento de curva determinado por el mayor espesor de dicho borde. Esta imagen va desapareciendo en el curso post operatorio a medida que se regulariza la superficie corneal anterior.

El fondo ocular es fácilmente visible con el oftalmoscopio de imagen directa cuyo enfoque también nos da una idea del grado de ametropía logrado con la intervención.

Datos más exactos se obtienen mediante el examen oftalmométrico, con lámpara de hendidura, esquiastopia y examen histológico.

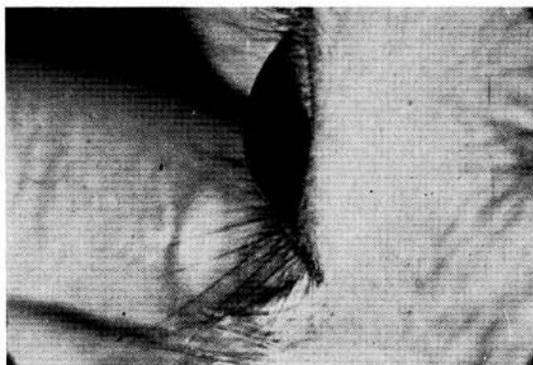


Fig. 9 Inclusion interlaminaar corneal positiva, vista de perfil.

1) Examen oftalmométrico

Durante los primeros 8 días del curso post-operatorio las imágenes queratómétricas están distorsionadas, lo que imposibilita obtener una medición exacta. Ya en el transcurso de la segunda semana la queratometría es posible, registrando habitualmente cifras oftalmométricas altas debidas al edema corneal post-operatorio. Estas cifras van decreciendo progresivamente y se estabilizan unos 30 días después de la intervención. En este momento las imágenes oftalmomé-

tricas son pequeñas en caso de inclusión positiva y grandes en caso de inclusión negativa. Los astigmatismos acostumbran a ser moderados.

Debe tenerse en cuenta para evaluar el resultado de la intervención que tratándose de conejos jóvenes el desarrollo del globo ocular determina un aplataamiento corneal aproximadamente de dos dioptrías en el curso del segundo y tercer semestre de su vida. Por esta razón en nuestros casos hemos evaluado el resultado de la intervención comparando la modificación oftalmométrica del ojo intervenido con la del ojo no intervenido y de la misma forma hemos procedido para evaluar la modificación esquiascópica.

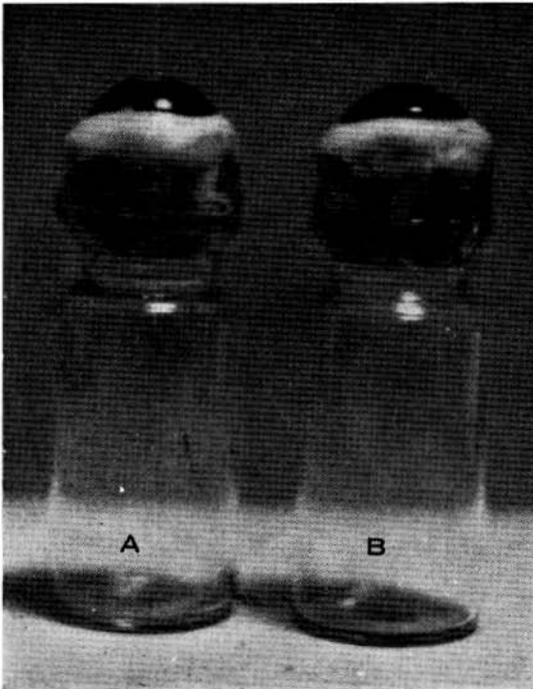


Fig. 10 a) Ojo intervenido de inclusión interlaminar de un lenticulo corneal de valor positivo (+7,00).
b) Ojo control.

2) *Biomicroscopía con lámpara de hendidura*

El examen precoz con lámpara de hendidura y biomicroscopio muestra la existencia de edema corneal que afecta el lenticulo y la córnea receptora, bastante más allá de los límites de la intervención, con discreta alteración de la transparencia. El lenticulo es claramente visible con corte óptico en menisco de gran regularidad, positivo o negativo según los casos; su densidad óptica es semejante a la de la córnea receptora.

A medida que desaparece el edema corneal, el espesor de la córnea periférica se regulariza quedando ésta modificada en las zonas centrales de acuerdo con la forma y espesor del lentículo incluido.

La sección óptica del lentículo que en las primeras dos semanas aparece ópticamente llena y de densidad semejante a la de la córnea receptora, se vuelve progresivamente ópticamente vacía. Esta imagen nos hizo pensar, en un principio, que el lentículo se reabsorbía, máxime al comprobar en exámenes sucesivos la disminución del diámetro y espesor de la zona ópticamente vacía. Exámenes posteriores complementados con exámenes histológicos nos enseñaron que la vacuidad óptica del lentículo corresponde a la lisis y reabsorción de las células corneales del mismo; los espacios interestromales quedan llenos de líquido intersticial transparente y amorfo sin estructura biomicroscópica. (Fig. 17).

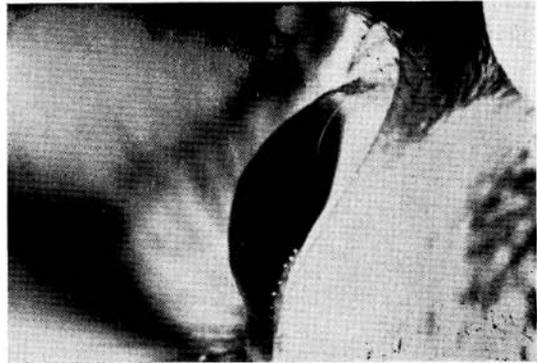


Fig. 11 Fotografía de perfil de una inclusión interlamelar negativa ($-5,00$).

A medida que transcurren las semanas aparecen en el espesor del lentículo zonas con densidad óptica; estas zonas están repartidas preferentemente en la periferia del lentículo y en sus caras anterior y posterior, con lo que la zona ópticamente vacía va disminuyendo en grosor y diámetro, pero conserva la forma de menisco positivo o negativo según los casos. Estas zonas ópticamente llenas van progresando desde la periferia hacia el centro, con lo que el espacio residual ópticamente vacío se va reduciendo hasta llegar a desaparecer, no por reabsorción del lentículo, como temíamos en los primeros casos, sino por rehabilitación del mismo e incorporación definitiva a la córnea receptora.

Esta imagen biomicroscópica que debiera corresponder a una lógica rehabilitación de los espacios interestromales del lentículo por las células parenquimatosas del receptor, y precisamente en una forma ordenada desde la periferia y superficie anterior y posterior hacia el centro, no coincide con nuestras observaciones histológicas en las cuales la migración de las células intersticiales apa-

rece simultánea y desordenadamente en todo el lenticulo y va aumentando de densidad, a medida que transcurre el tiempo, sin orden alguno.

Finalmente, la estructura biomicroscópica de la córnea es aparentemente normal, apreciándose solamente el cambio de espesor y curvatura determinados por la inclusión. (Fig. 15).

Los planos de unión anterior y posterior, son poco visibles a no ser que algunos granos de polvo u otras sustancias extrañas determinen sus límites ya sea por visión directa de las mismas, ya por la reacción hística que ocasiona la presencia del cuerpo extraño.

La inclusión intracorneal motiva en los primeros días del curso post-operatorio, el aplanamiento de la cara endotelial y el abombamiento de la cara epitelial de la córnea. Este efecto es más acentuado sobre la cara posterior si el lenticulo está situado muy profundamente y sobre la cara anterior si está situado muy superficialmente.

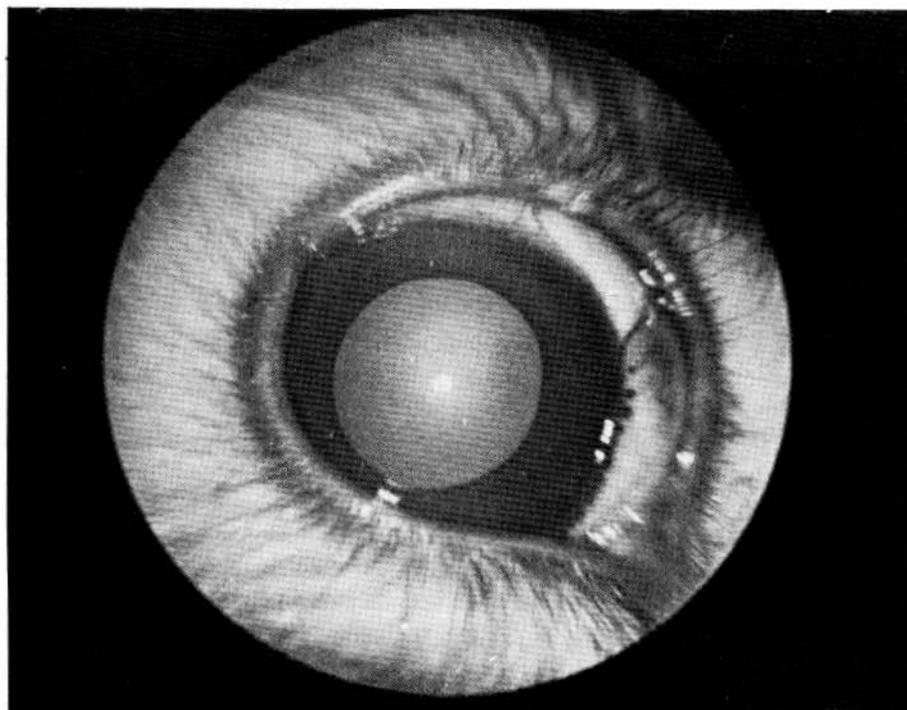


Fig. 12 Fotografía del reflejo del fondo ocular a través de una inclusión de lente corneal positivo.

Posteriormente la cara endotelial recobra su curva primitiva (a influjo de la tensión ocular?) y el cambio de curvatura corneal solamente afecta en forma apreciable la cara anterior.

3) Examen histológico

El examen histológico de lenticulos, tallados al torno en estado de congelación, frescos o silicodesecados, fijados en formol y cortados, ya sea por congelación o previa inclusión en celoidina, muestran gran regularidad en la sección ⁴ y ⁵. La estructura histológica de la córnea, especialmente la de las células parenquimatosas, está bien conservada y microscópicamente no se pueden diferenciar de una córnea normal. (Fig. 16).

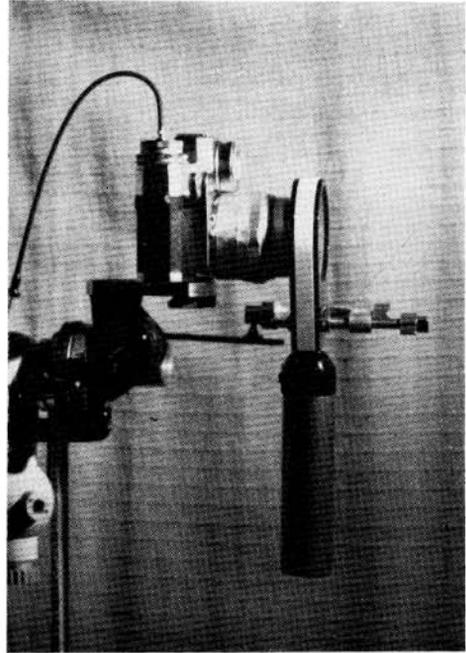


Fig. 13 Dispositivo empleado para la queratografía. Queratoscopio de Keeler y Contarex.

Otro es el caso cuando el lenticulo ha sido incluido. El examen histológico de ojos intervenidos de inclusión interlamina de lenticulos corneales homoplásticos de córnea desecada, muestra:

1—En los exámenes precoces se aprecia que la normal estructura histológica del lenticulo ha desaparecido por completo. (Fig. 17). Este parece como una masa amorfa en preparaciones teñidas con hematoxilina y eosina, apreciándose su sistema trabecular en preparaciones frescas examinadas en el microscopio de

contraste de fase; por ningún método puede evidenciarse la presencia de núcleos celulares. En esta fase no existe reacción metacromática al azul de toluidina en el tejido del lenticulo.

Las células de la inclusión han sido lisadas y la trama del lenticulo se halla vacía de elementos celulares y llena de líquido corneal intersticial, lo que no impide que el lenticulo sea perfectamente transparente y explica su vacuidad óptica al examen "in vivo" con lámpara de hendidura y biomicroscopio.

2—A medida que transcurren las semanas el lenticulo se va rehabilitando por las células del receptor. En su interior aparecen células nucleadas en diversos puntos del mismo, sin que hayamos podido observar una regularidad en la localización de las zonas en que se inicia la nucleación. Esta observación está en contraposición con la biomicroscopía. (Fig. 18).

3—Los casos de inclusión de córnea fresca y con más de un año de evolución, muestran que el tejido del lenticulo está totalmente habitado por células nucleadas con estructura prácticamente indiferenciable de las del estroma corneal normal (Fig. 19), presentando reacción metacromática al azul de toluidina.

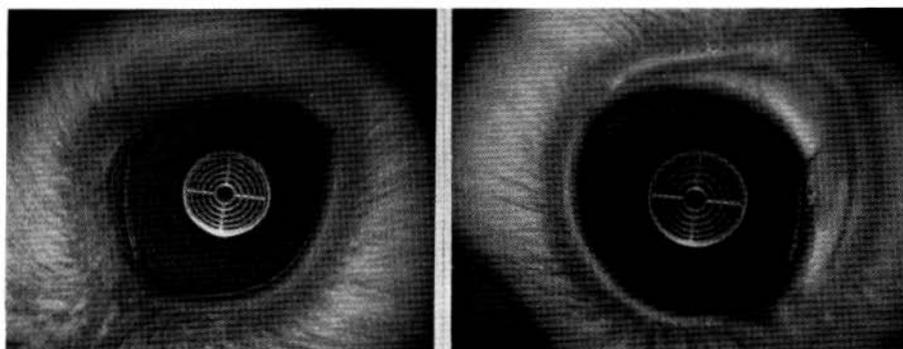


Fig. 14 a) Queratografía de un ojo de conejo con inclusión intracorneal de lenticulo corneal positivo.
b) Queratografía del ojo no intervenido del mismo conejo.

Resultados

En la siguiente tabla (Tabla I) resumimos los resultados obtenidos en una serie de 11 conejos intervenidos con la técnica descrita. Se puede apreciar que existe una clara relación entre el valor dióptrico del lenticulo incluido y el de la variación de la curva de la córnea y de la refracción medida por esquiascopia. En algunos casos existen discrepancias de bastante consideración entre el valor de la modificación oftalmométrica y el de la esquiascopia. Esta falta de corres-

TABLA I

QUERATOFQUIAS EN CONEJO

Conejo	Oftalmometría Pre-operatoria (Promedio)	Lentículo sin epitelio	Situación	Oftalmometría Post-operatoria (Promedio)	Esquiascopia	Corrección Oftalmométrica	Corrección Esquiascópica	Días Observación
II—D.	48,50	Fresco +7,50	Centro	66,00	—	+17,50 Edema		8
II—I.	49,75	Fresco +8,00	Centro	66,00	—	+16,25 Edema		8
III—D.	46,00	Fresco +9,25	Centro	55,00	—	+6,00		34
III—I.	48,00	Fresco -5,00	Centro	43,00	—	-5,00		34
R	44,75	Fresco +7,00	Superficial	51,50	-4,25 — 0,37 x 170	+6,75	+8,25	372
3	43,00	Desecado -5,00	Tercio anterior	35,25	+5,00 — 1,00 x 170	-7,75	-2,50	112
8	46,25	Desecado -5,00	Profundo	—	—	Negativa		63
10	45,00	Desecado -5,00	Tercio posterior	40,00	+ 8,00	-5,00	-5,00	131
13	45,50	Desecado -5,00	Centro	41,00	+12,00	-4,50	-9,00	348
18	43,50	Desecado +10,00	Centro	52,50	-3,00 — 1,00 x 5	+9,00	+6,50	109
19	44,00	Desecado +10,00	Tercio anterior	51,00	-4,00 — 1,00 x 1	+7,00	+7,50	109

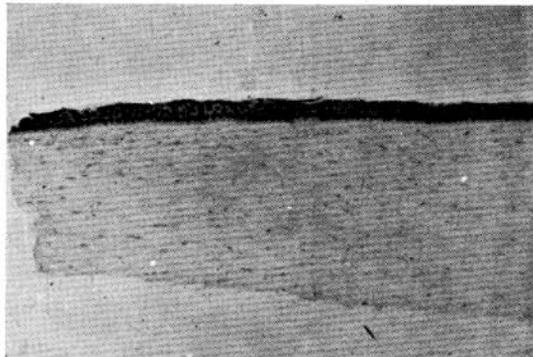
pondencia la consideramos debida a insuficiencia en la precisión del cálculo del valor dióptrico del lenticulo, a su inclusión más o menos profunda en el espesor del estroma corneal y finalmente a la deficiencia en la medición debido a la imposibilidad de realizarlas sobre el verdadero eje óptico del ojo, ya que el conejo no fija el punto de mira mientras se realiza el examen.

Del estudio clínico e histológico de estos casos se desprende que el lenticulo debe incluirse lo más superficialmente posible y que su espesor debe ser el mínimo, dado su diámetro y poder refractivo, como en el caso R.



Fig. 15 Sección óptica en un caso de inclusión positiva.

Fig. 16 Corte histológico de córnea humana, silicodesecada. Cara posterior tallada al torno en estado de congelación. Sección neta. Buena conservación de las estructuras corneales.



INCLUSIONES INFRACORNEALES

Conejo R.

16 de julio de 1961

Peso 2.000 gramos.

Anestesia:	Pentobarbital y Fenobarbital.		
Intervención O. I.	Incisión de 6 milímetros cerca del limbo superior. Disección de una bolsa superficial de 7 milímetros de ancho y hasta 4 milímetros más allá del centro corneal. Inclusión del lenticulo y centrado del mismo. Dos puntos de sutura con seda virgen.		
Características de la córnea dadora:	Oftalmometría:	49, dioptrías en promedio	
	Diámetro:	6.00 milímetros	
	Espesor:	0.36 milímetros	
Características de la talla:	Base empleada:	50.00 dioptrías	
	Congelación	5 minutos a 0 grados cent. 3 minutos cámara nieve carbónica-alcohol. Xilol como intermediario.	
	Espesor de la córnea congelada:	0.45 mm.	
	Talla cara posterior:	45.00 dioptrías	
	Espesor después de tallado:	0.22 milímetros	
	Espesor descongelado:	0.20 milímetros	
	Esterilización:	Merthiolate al 1x5.000 en solución acuosa, por 8 minutos. No se lava antes de incluirlo.	
	Valor dióptrico:	+ 7.00 dioptrías	
	Post-operatorio:	20 julio 1961	Sin reacción el trauma quirúrgico. Discretísimo edema corneal
		22 julio 1961	Oftalmometría: + de 66.00 dioptrías con distorción de miras debido al edema corneal.

- 29 julio 1961 Edema mínimo. Al examen con lámpara de hendidura se aprecia la positividad del lente y cambio de curvatura corneal a expensas de las capas anteriores de la córnea. El lenticulo aparece ópticamente vacío.
- 13 agosto 1961 Persisten las mismas características. La zona ópticamente vacía se ha reducido a 3 milímetros aproximadamente.
- 15 enero 1962 Oftalmometría:
O.D. 45.00-46.00
O.I. 54.00-48.00
- 8 abril 1962 Esquiascopia Dr. Henao:
O.D. +3.75 esf.
O.I. -3.00 esf. -0.50 cil. x 10.
Oftalmometría:
O.D. 44.50-45.50
O.I. 50.75 x 10
50.25 x 100
Se toman queratografías (Fig. 14)
- 14 abril 1962 Fotografías en la lámpara de hendidura (Figs. 15 y 20).
Se aprecia claramente el cambio de curvatura de la cara anterior de la córnea y aumento de espesor en el centro. Planos de unión sin opacidades. Injerto ópticamente lleno.
- 14 abril 1962 Fotografías del reflejo pupilar con la cámara de Nordenson. No hay opacidades (Fig. 12)
- 5 mayo 1962 Cinematografía con lámpara de hendidura en Kodachrome¹

¹ Presentada en nuestra película "Cirugía Experimental de la Refracción" Técnica I. (1962)

INCLUSIONES INTRACORNEALES

20 junio 1962	Esquiascopia Dr. Henao. O.D. +4.25 esf —1.00 x 5 O.I. —6.00 esf. —1.00 x 165 Oftalmometría: O.D. 44.50-44.50 O.I. 50.00-53.00
O. I.	
21 julio 1962	Esquiascopia Dr. Henao: O.D. +4.25 esf. —1.00 cil. x 150 O.I. —4.25 esf. —0.37 cil. x 170
22 julio 1962	Oftalmometría: O.D. 44.50-45.00 O.I. 50.25-52.50
22 julio 1962	Se sacrifica para examen anatomopatológico

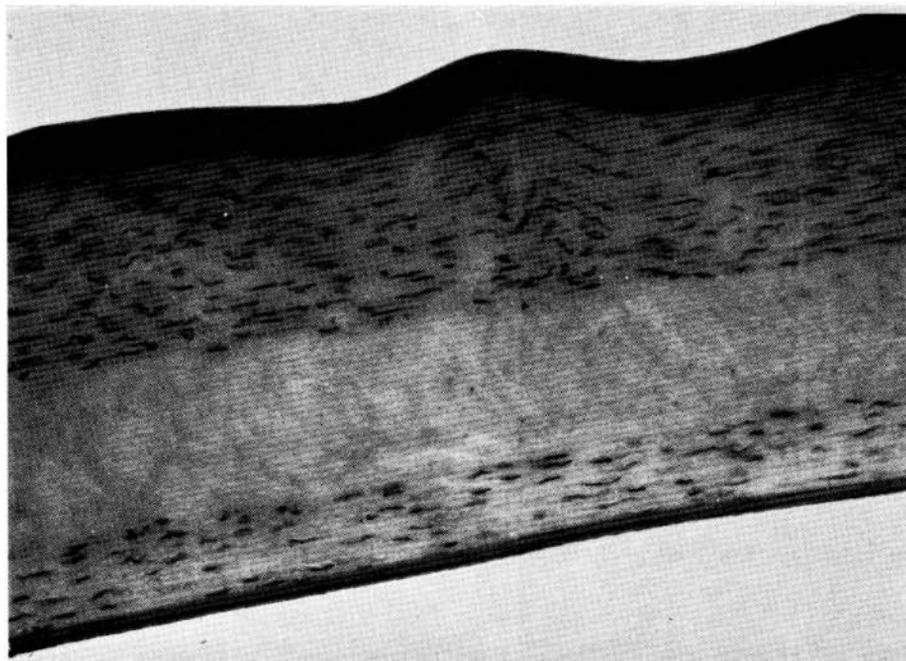


Fig. 17 Corte histológico de una inclusión interlaminar en el conejo de lenticulo silico-deseado. La estructura histológica del lenticulo ha desaparecido por completo.

La córnea del ojo izquierdo fue fijada en formol al 10% y tallada en el Microtomo de congelación. Se examinaron cortes de diferentes niveles en fresco con contraste de fase y tinciones con Hematoxilina-Eosina y Azul de Toluidina.

La córnea ha conservado bien su morfología macroscópica, conservando la regularidad en su curvatura tanto de la cara anterior como en la cara posterior. El espesor de la misma es mayor en el centro que en los extremos de los cortes.

En el centro de la córnea y situado cerca de la cara epitelial se aprecia la inclusión de un fragmento de estroma corneano con forma de menisco positivo. (Fig 21).

La curva de la cara epitelial muestra una pequeña convexidad que se inicia exactamente en frente de la inclusión. (Fig. 22).

El espesor de la córnea es de 0.6 milímetros en los extremos de la pieza y de 0.8 milímetros en el centro. El espesor de la inclusión en el centro es de 0.2

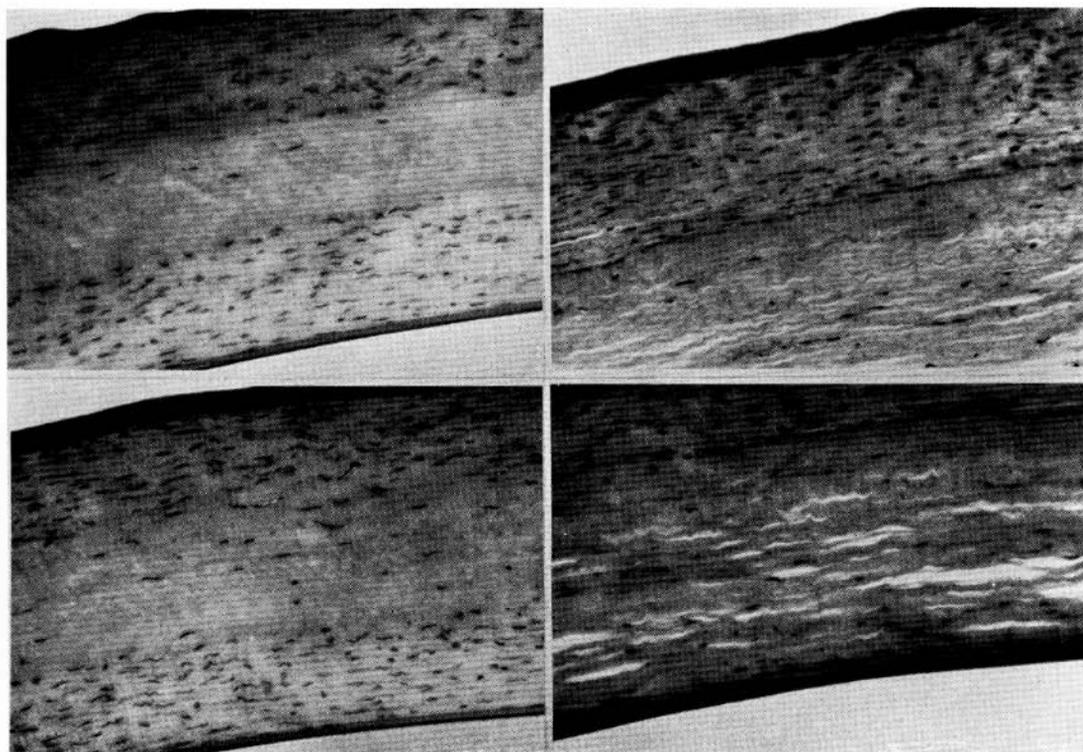


Fig. 18 Microfotografía de cortes histológicos de diversas fases de migración queratoblástica en lenticulos sílico-deseccados incluidos interlaminarmente en el conejo.

milímetros. Las dimensiones de la inclusión varían según la situación de los cortes. En los cortes centrales tiene una longitud de 6 milímetros.

Al examen en pequeño aumento se aprecia que la inclusión está formada por tejido corneal de estructura idéntica al resto del parénquima corneal. La inclusión está nucleada, si bien los núcleos son un poco más escasos que en el resto de la córnea y aparecen algunas zonas cerca del centro en la cual los núcleos son escasos.

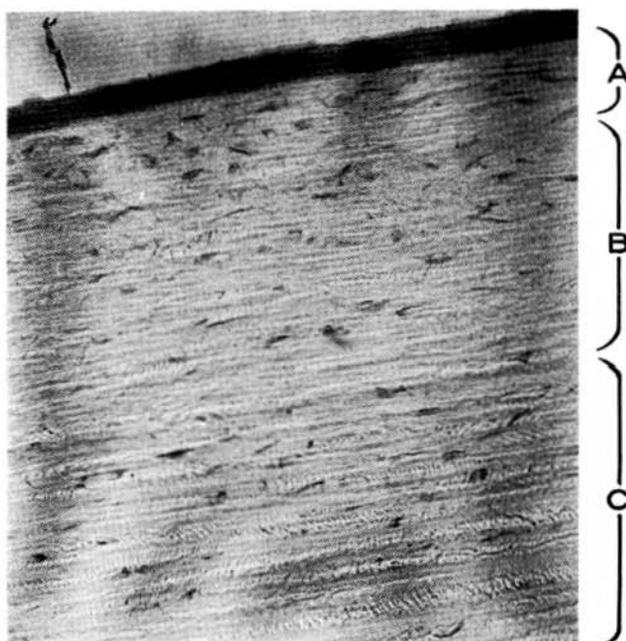


Fig. 19 Microfotografía de una inclusión de lenticulo de córnea fresca al año de la intervención. Los límites del lenticulo son casi invisibles y la estructura histológica del mismo prácticamente indiferenciable de la del receptor. a) Capas anteriores del receptor. b) Lenticulo. c) Capas posteriores del receptor.

A mayor aumento es fácil identificar el límite entre receptor y la inclusión junto a los extremos de ésta, debido al cambio de dirección de las laminillas corneales. (Figs. 23 y 24). El límite, en cambio, es menos visible a medida que se va acercando al centro de la inclusión donde las laminillas corneales y las de la inclusión son paralelas (Figs. 19 y 25).

El espesor de la capa de parénquima que existe entre la inclusión y el epitelio es uniforme en toda la extensión de la inclusión y tiene un espesor inferior a 0.12 milímetros.

En las preparaciones examinadas no se aprecia la existencia de vasos de neoformación.

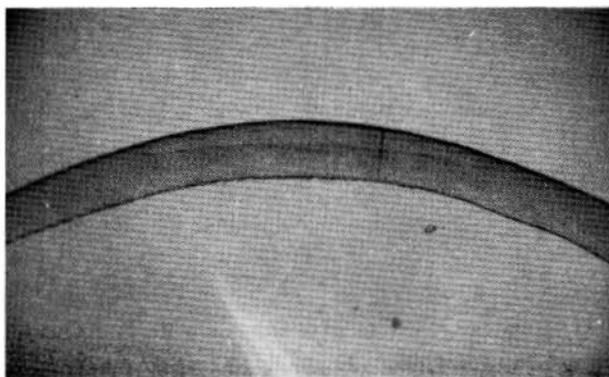
El examen muestra la regularidad absoluta de la forma del implante y de su situación, la regularidad de las curvas del mismo no han sido afectadas por zonas de necrosis o reabsorción.

El cambio de curvatura de la cara epitelial de la córnea está en perfecta relación con la del lenticulo incluido en el espesor de la córnea. La nucleación del lenticulo es casi completa y perfecta, garantía de vitalidad definitiva. El endotelio está mal conservado debido a artefactos de técnica histológica.



Fig. 20 Dispositivo empleado para fotografía de la sección óptica de la lámpara de hendidura.

Fig. 21 (Conejo R) Corte histológico de una inclusión positiva. Morfología bien conservada en el corte. Se aprecia claramente el lenticulo positivo situado muy cerca de la cara epitelial.



CASOS HUMANOS

Demostrada experimentalmente la buena tolerancia de la córnea frente a la inclusión de un lenticulo de parénquima corneal homoplástico, y su completa rehabilitación por células del receptor más o menos tardía, pero que asegura su permanencia definitiva, con conservación de la transparencia, procedimos a practicar ocho inclusiones intracorneales, todas ellas con lenticulo positivo, silico-desechado, en pacientes que precisaban la extracción del cristalino. (Tabla II).

En cinco casos la indicación operatoria fue de tipo estético ya que existían lesiones irreversibles del fondo ocular. Estos casos sirvieron para comprobar una vez más la buena tolerancia de la córnea y del ojo a la intervención. Posteriormente, intervenimos tres casos de catarata senil monocular con buenas condiciones de percepción y proyección luminosa, con el fin de disminuir la anisometropía.

Técnica quirúrgica

Utilizamos en todos los casos anestesia local y aquinesia por curare. La técnica de la inclusión fue la misma descrita para el conejo (fig 26), solamente que en algunos casos la incisión fue lateral en vez de superior. En todos los casos encontramos dificultad para disecar una bolsa corneal muy superficial y en ninguno de ellos nos fue posible situar el lenticulo en las capas anteriores de la córnea, como era nuestro deseo. En dos casos en que lo intentamos (no incluidos en la estadística), las capas anteriores de la córnea se desgarraron debiendo renunciar a la intervención. La bolsa corneal cicatrizó en pocos días sin opacidad (fig. 27).

Todos los lenticulos empleados fueron silico-desechados, por carecer de material dador fresco en el momento oportuno.

Fig. 22 (Conejo R) Microfotografía del extremo del lenticulo. Se alcanza a apreciar el cambio de curvatura de la cara epitelial de la córnea receptora determinado por la presencia de la inclusión.

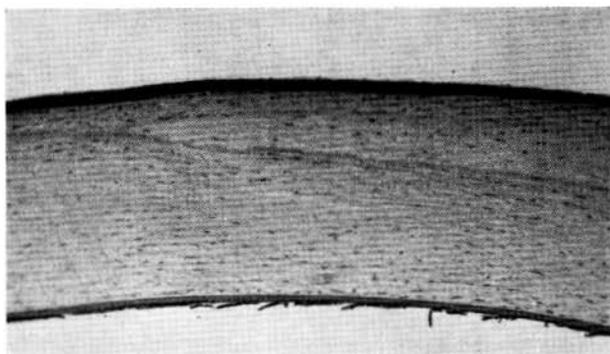


TABLA II

QUERATOFAQUIAS HUMANAS

Caso	Oftalmometría Pre-operatoria (Promedio)	Lentículo Silicodeseado	Oftalmometría Post-operatoria (Promedio)	Modificación Oftalmométrica	Refracción	Visión	Observaciones
1	42,25	Estroma solo +6,00	43,00	+0,75	+12,00—0,50x135	0,05	Coroiditis macular cicatricial. Observación 18 meses. Ópticamente lleno.
2	43,00	Estroma solo +5,00	43,50	+0,50		P.L.	Desprendimiento de retina antiguo. Observación 18 meses. Ópticamente lleno.
3	43,00	Estroma solo +15	46,25	+3,25		0	Desprendimiento de retina antiguo. Observación 18 meses. Ópticamente lleno.
4	46,25	Estroma solo +7,00	51,00	+4,75	+10,50	0,10	Hemorragias maculares hipertensivas. Observación 18 meses. Ópticamente lleno.
5	42,25	Con Bowman +10	50,00	+7,75	+4,00—1,00x170	0,05	Coroiditis macular cicatricial. Observación 13 meses. Ópticamente lleno.
6	43,00	Con Bowman +10	47,50	+4,50	+8,00—1,00x65	0,50	Ojo sano. Afaquia correcta. Observación 1 año. Ópticamente vacío.
7	45,00	Estroma solo +5,00	47,50	+2,50	+11,50—3,00x140	0,50	Ojo sano. Afaquia correcta. Observación 1 año. Ópticamente lleno.
8	44,25	Estroma solo +10	49,00	+4,75	+6,50—1,25x60	0,80	Ojo sano. Afaquia correcta. Observación 11 meses. Ópticamente lleno.

Empleamos lenticulos de dos clases: *a)* De estroma solo, o sea tallados al torno por ambas caras. *b)* De estroma y Bowman, o sea tallados por una sola cara, pero cuidadosamente desprovistos de epitelio. Este se desprende muy fácilmente después de la congelación.

Los lenticulos humanos fueron tallados asépticamente y empleados sin antisepsia previa.

La presencia de membrana de Bowman no determina ninguna alteración objetiva en la transparencia, sin embargo es posible que retrase la migración queratoblástica. Nuestro caso N^o 6 permanece ópticamente vacío después de un año.

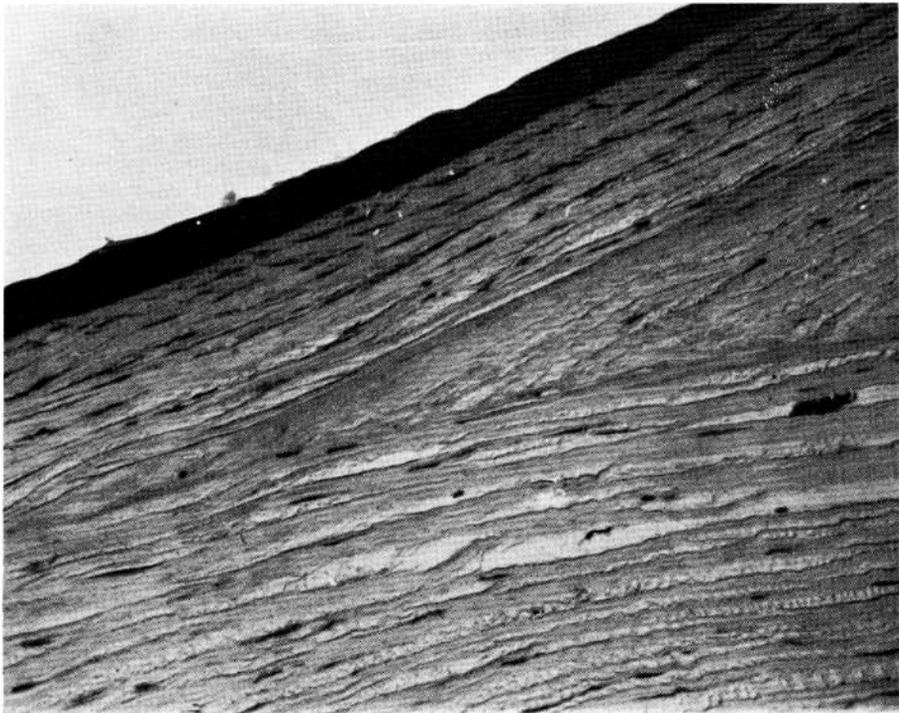


Fig. 23 Los límites del lenticulo son perfectamente apreciables en la periferia del mismo, debido al cambio de paralelismo de las laminillas corneales.

Curso Post-operatorio

El curso post-operatorio es anódino y en todo superponible al del conejo a excepción de que los planos de unión anterior y posterior son más visibles y que con frecuencia existen pequeños cuerpos extraños incluidos a los que la córnea humana reacciona con pequeñas zonas de opacidad.

La modificación oftalmométrica no es tan notoria como en el conejo, debido posiblemente a una menor elasticidad de las capas corneales anteriores o tal vez a la presencia de la membrana de Bowman, estructura de la que carece el conejo. La imagen biomicroscópica aparte de la opacidad en los planos de unión anterior y posterior es superponible a la del conejo. El lentículo está ópticamente vacío y se va habitando progresivamente. Sin embargo, en uno de nuestros casos más antiguos, después de un año de observación, el lentículo continúa transparente pero ópticamente vacío al examinarlo con la lámpara de hendidura.

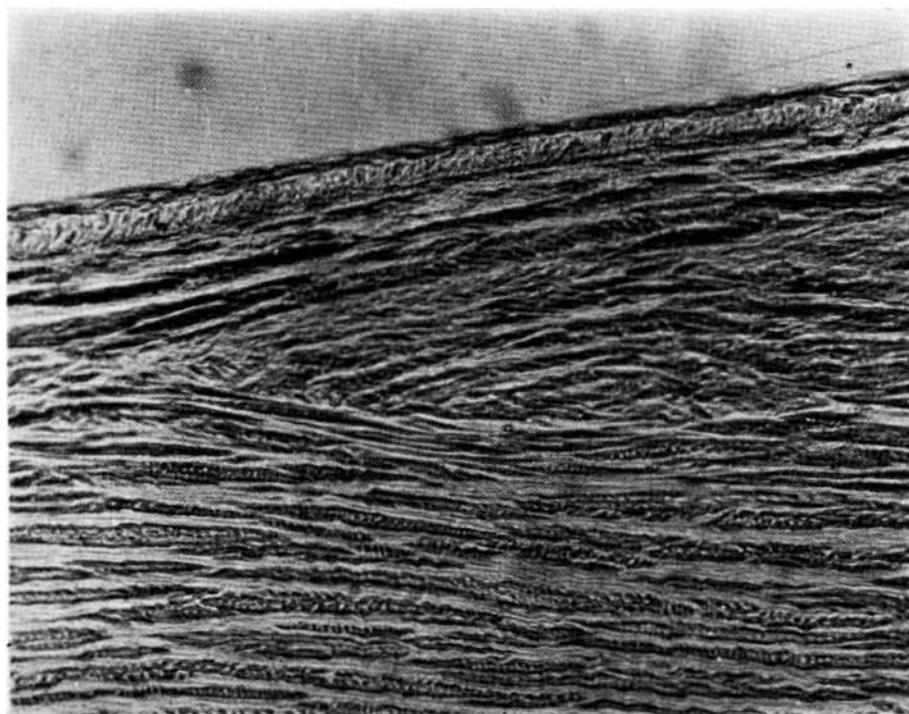


Fig. 24 Extremo de un lentículo positivo en corte histológico fresco examinado al microscopio de contraste de fase. Se aprecia claramente los límites del lentículo debido al cambio de paralelismo entre las laminillas corneales.

Caso N° 8

Septiembre de 1962.

50 años.

O.D. Catarata senil. Buena percepción y proyección luminosa

O.I. Cristalino transparente. +2.00 esf. -0.50 x 180 V=1.00

Oftalmometría: O.D. 44.00 - 44.50 x 165
O.I. 43.00 - 43.50 x 180

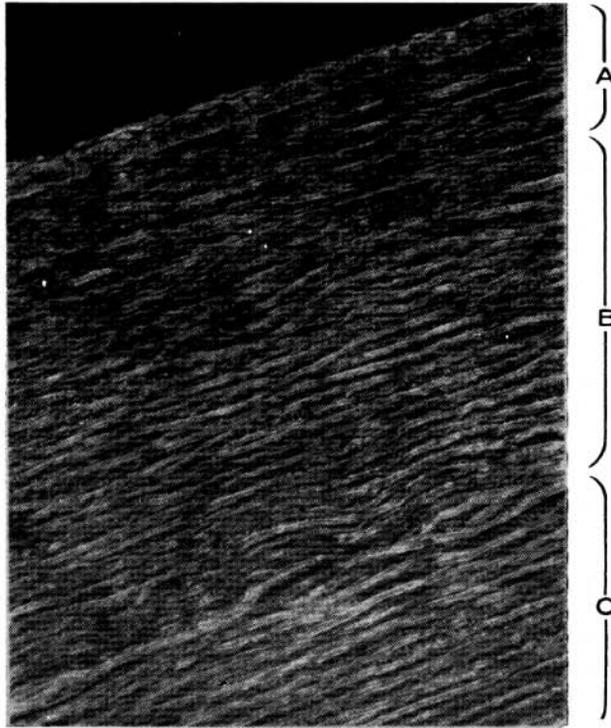


Fig. 25 Centro del lenticulo visto en contraste de fase. El limite anterior es casi invisible. La estructura del lenticulo es superponible a la del receptor. a) Capas anteriores del receptor. b) Lenticulo. c) Capas posteriores del receptor.

Intervención

Incisión rectilínea de la córnea a 2 milímetros del limbo, en la parte superior, de 6 milímetros de longitud y de unas 2 décimas de milímetros de profundidad. Disección de bolsa corneal con espátula piriforme y espátula de Bonnet, de $7\frac{1}{2}$ milímetros de diámetro, centrada con la pupila. Introducción de un lenticulo de córnea silicodesecado, previamente hidratado y de +10.00 de valor dióptrico. Centraje del mismo con relación a la pupila con la ayuda de un repositor de iris.

Extracción total del cristalino según técnica de rutina. Operación sin incidentes. Resultado: Pupila negra, central, redonda. Cámara parcialmente reformada

por aire persistiendo menisco de humor acuoso en todo el perímetro camerular. Lenticulo bien centrado. La incisión corneal no se suturó.

Curso Post-operatorio

1er. día. Pupila negra, central, redonda. Buena cámara. Persiste burbuja de aire. Córnea brillante. Se instila Atropina.

3er. día. Al examen con lámpara de hendidura se aprecia engrosamiento de la córnea en el centro. Aplanamiento de la curvatura de la cara posterior. Lenticulo situado un poco por delante de la mitad del espesor del parénquima corneal. Forma de menisco positivo evidente. Ópticamente lleno. Oftalmometría dificultosa por edema epitelial. Aproximadamente 46.00 dioptrías.

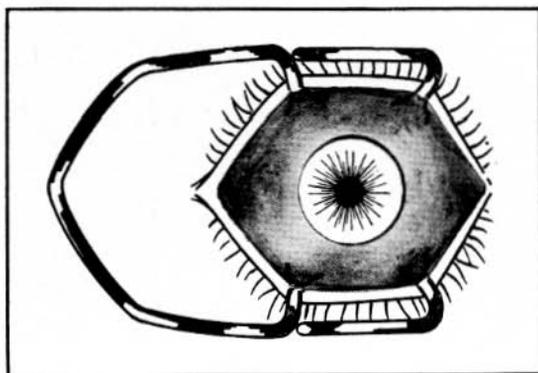


Fig. 26 Cuatro puntos esclerales anudados al Blefarostato Colibrí aseguran perfecta fijación para la disección de la bolsa interlamelar.

24^º día. Sin edema. Curvatura caras posteriores recuperada normalidad. Lenticulo ópticamente vacío.

Oftalmometría 48.00 - 49.00 x 95.

Tres meses. Lenticulo muy visible por pequeñas zonas de reacción alrededor de cuerpos extraños en ambos planos de unión. Menisco mantiene forma primitiva. Ópticamente lleno en periferia, vacío en centro.

Oftalmometría O.D. 48.50 - 50.25 x 90.

Refracción O.D. +6.00 - 1.50 x 60V=0.5.

Se prescribe un colirio de Prednisona y corrección óptica:

INCLUSIONES INFRACORNEALES

O.D. +6.50 - 1.25 x 90

O.I. +2.00 - 0.50 x 180

Hay fusión y estereopsis.

Ocho meses. El espesor corneal, medido en el Microscopio Zeiss con el dispositivo de Maurici y Giardini da los siguientes datos:

Ojo intervenido

Espesores córnea O.D. (Ojo operado)	Lado temporal	0.70 milímetros
	Centro	0.85 milímetros
	Lado nasal	0.65 milímetros
Espesores córnea O.I. (Ojo testigo)	Lado temporal	0.70 milímetros
	Centro	0.60 milímetros
	Lado nasal	0.65 milímetros

Existe un aumento de espesor en el centro de la córnea del ojo derecho de 0.25 milímetros, correspondiente al espesor de la inclusión.

Once meses. Persisten ligeras opacidades en el plano de unión, muy atenuadas con relación a Diciembre. Lenticulo ópticamente lleno.

Oftalmometría: O.D. 48.50 - 49.50 x 70

Refracción: O.D. +6.50 - 1.25 x 60V=0.8.

CONSIDERACIONES

No hay duda que desde un punto de vista práctico, para inclusiones intracorneales el ideal sería el empleo de lenticulos de una substancia extraña, fabricados por la industria y que tendrían la posibilidad de poseer un alto índice de refracción con lo que podría disminuir su espesor. El tenerlos siempre a mano, en cantidad ilimitada, del valor refractivo exacto, etc., serían grandes ventajas. Sin embargo, las experiencias previas con los materiales hoy por hoy disponibles son totalmente desalentadoras.



Fig. 27 Cicatrización sin opacidad de una bolsa corneal.

El empleo de lenticulos de tejido corneal silicodeseccados proporciona buenos resultados, pero los exámenes históricos realizados en los animales de experimentación, muestran una clara superioridad con el empleo de córnea fresca (figs. 21 y 22).

En el hombre, la inclusión de lenticulos, tallados por una sola cara o sea provistos de membrana de Bowman (sin epitelio), parece no alterar las propiedades del lenticulo pero en nuestro caso N^o 6 éste permanece ópticamente vacío un año después de la intervención, mientras que casos más recientes están rehabitados si la inclusión fue de un lenticulo tallado por ambas caras, o sea constituido exclusivamente por estroma.

El uso de lenticulos de solo estroma, tallados en fresco, sin congelar, de acuerdo con la técnica ya descrita por nosotros³ parece sería la más adecuada, a no ser por las dificultades de obtener material dador en el momento oportuno. El material silicodeseccado obvia en parte este inconveniente.

Puesto que con esta intervención se introduce un lente en el espesor de la córnea, la hemos denominado QUERATOFAQUIA, del griego *κερατοειδής*: córnea y *φακός*: lente.

Con esta técnica, aun cuando los resultados obtenidos son halagadores, el hecho de precisar una córnea dadora, no siempre fácil de conseguir, el ser dos los planos de unión y la ligera opacidad residual de los mismos, ha motivado el que, por el momento continuemos nuestra investigación con técnicas autoplásticas ya reseñadas en nuestra nota previa, y que denominamos Queratomileusis¹; de ellas nos ocuparemos en una próxima publicación.

Los resultados obtenidos y descritos en este trabajo han sido también, por lo menos en parte, comprobados por otros autores.

Stone⁶ comprobó la regularidad de la talla de los injertos laminares tallados al torno en estado de congelación.

Krwawicz⁷ 1960. Siguiendo nuestras ideas, implanta intralaminarmente lenticulo de plástico y discos de tejido corneal con el fin de modificar la refracción. De sus trabajos experimentales en conejo llega a las siguientes conclusiones:

1.—La implantación intracorneal de lentes de plástico, que cambian la refracción del ojo, no puede ser aplicada dejando el lente permanentemente ya que reacciones tardías de parte de tejido de la córnea ponen en peligro su transparencia.

1 Mis agradecimientos al Prof. J. Charamis por habernos proporcionado las raíces griegas para la formación de esta palabra *σηλευσις* córnea y *κερατοειδής* esculpin.

2.—La implantación temporal de lentes de plástico y extracción posterior, cambia la curvatura de la córnea, sin alterar de modo significativo su transparencia.

3.—La implantación intracorneal de un corte laminar de córnea, cambia señaladamente la curvatura de la córnea.

El mismo autor, en un trabajo posterior¹¹ describe los métodos obtenidos con esta técnica en 8 casos humanos pero no indica la modificación refractiva obtenida.

Martínez M. y Katzin H. publican en 1963⁸ una breve nota previa en que manifiestan obtener modificaciones de hasta 25 dioptrías en gatos, utilizando discos de córnea fresca incluidos interlaminarmente.

También en la Baylor University (Houston, Texas), José I. Barraquer, Louis Girard, Louis Daily y Vladimiro Golovin¹⁰ practicando queratoplastias laminares anteriores en conejo con la técnica de Tadeus Krwawicz⁹ o sea la inclusión intracorneal del injerto y resección secundaria de las capas anteriores, y empleando injertos laminares refractivos, pudieron comprobar antes de resecar las capas corneales anteriores el cambio de refracción determinado por la presen-

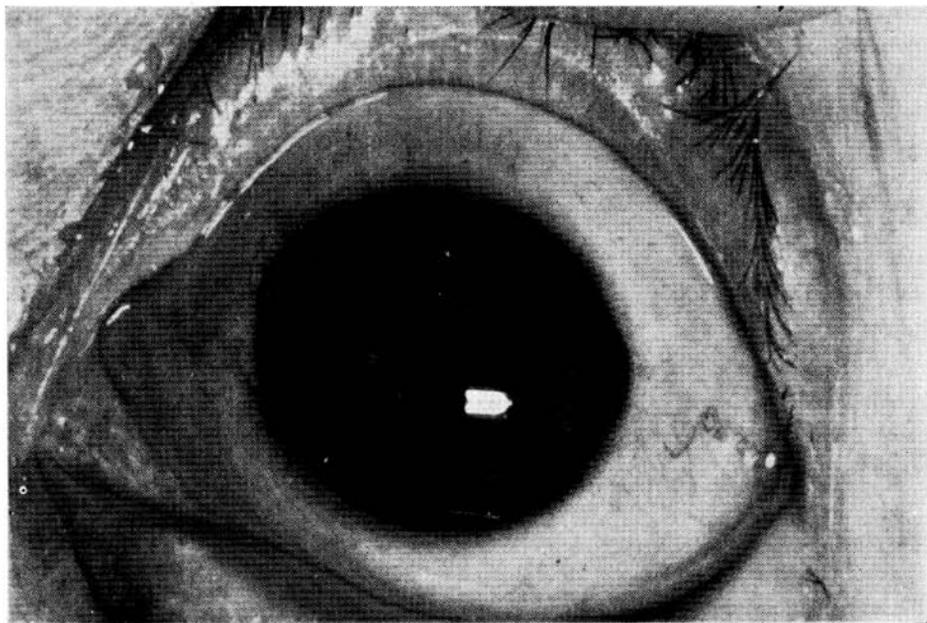


Fig. 28 Queratofaquia — Caso N° 8. Afaquia, ojo previamente emétrope.
 Subjetivo: + 6,50 esf. — 1.25 cil. x 60 V = 0,8.

cia intracorneal del lenticulo. Las observaciones se remontan solamente a 30-40 días ya que en esta fecha se resecan las capas anteriores con otros fines.

Los resultados están resumidos en la tabla III.

En el estudio de estos resultados llama la atención que con iguales lenticulos se hayan obtenido mayores correcciones en las córneas de bajo poder dióptrico (casos 118, 119 y 120) que en las de alto poder (casos 129, 131, 135 y 136) y el que estos cambios sean proporcionales al valor dióptrico preoperatorio de la córnea. Así, en el caso 119 con la córnea más plana (45.00) se obtiene una corrección de 9.00 dioptrías y en el caso 135 con córnea más curva (52.50) se obtiene con un lenticulo idéntico una corrección de solo 2.50 dioptrías. El examen de la tabla muestra que el grado de corrección logrado con un lenticulo dado está en razón inversa del valor dióptrico pre-operatorio como si la córnea opusiera resistencia a sobrepasar valores del orden de 55.00 dioptrías.

En el caso 128 seguramente hubo algún error o el lenticulo fue implantado al revés.

CONCLUSIONES

1.—La inclusión intracorneal de lenticulos de materias extrañas determina la modificación de la refracción ocular pero es mal tolerada por la córnea.

2.—La inclusión entre las láminas de la córnea de lenticulos de tejido corneal determina una modificación, permanente y estable, del poder dióptrico de la córnea, con buena tolerancia e incorporación definitiva.

3.—Esta modificación depende principalmente del cambio en el radio de curvatura de la cara anterior de la córnea determinado por la presencia del lenticulo.

4.—La modificación de la refracción guarda relación con la forma (poder) del lenticulo y con su situación (más o menos profundo) en el espesor del parénquima corneal.

5.—Lenticulos de tejido corneal homoplástico, frescos o silicodesecados, se rehabilitan en el conejo, en forma completa en el plazo de un año, no siendo posible apreciar en esta época signos histológicos de actividad celular anormal a su alrededor.

6.—En el hombre, la tolerancia para lenticulos silicodesecados es menos buena y se manifiesta por una ligera opacidad a nivel del plano anterior y posterior de unión entre el lenticulo y receptor, que determina una disminución apreciable en la agudeza visual.

7.—Proponemos para esta intervención el nombre de Queratofaquia, del griego κερρατοειδής: córnea y φακός: lente.

TABLA III

QUERATOFQUIAS EN CONEJO

30 — 40 días

Conejo	Oftalmometría Pre-operatoria (Promedio)	Lentículo	Oftalmometría Post-operatoria (Promedio)	Transparencia	Modificación de la refracción corneal
G. 118	47,00	+10,00	53,50	Perfecta	+5,50
G. 119	45,00	+10,00	54,00	Perfecta	+9,00
G. 120	46,50	+10,00	54,00	Perfecta	+7,50
G. 128	51,00	+10,00	42,50?	Perfecta	-8,50??
G. 129	52,00	+10,00	54,00	Perfecta	+2,00
G. 131	49,00	+10,00	54,00	Perfecta	+5,00
G. 135	52,50	+10,00	55,00	Perfecta	+2,50
G. 136	50,00	+10,00	55,00	Perfecta	+5,00

BIBLIOGRAFIA:

- 1 — BARRAQUER, J. I., (1949). Queratoplastia Refractiva. Estudios e informaciones oftalmológicas. 2, 10.
- 2 — ARIZA, E., (1958). Inclusiones y Prótesis Corneales Acrílicas. Arch. Soc. Amer. Oftal. Optom. 1, 191.
- 3 — BARRAQUER, J. I., (1958). Método para la talla de injertos laminares en córnea congelada. Nueva orientación para la cirugía refractiva. Arch. Soc. Amer. Oftal. Optom. 1, 237 y 1, 271.
- 4 — BARRAQUER, J. I., (1958). Aspect Microscopique des greffons lamellaires cornéens découpés en état de congélation profonde. Bull. et Mem. Soc. Fran d' Ophthal. 73, 557.
- 5 — BARRAQUER, J. I., (1962). Queratoplastia laminar anterior. An. Ins. Barr. 3, 761.
- 6 — STONE, W. Comunicación personal.
- 7 — KRWAWICZ, T., (1960). Proby Zmiany Krzywizny Rogowki Droga Doswiadczalnych Operacji Plastycznych. KLINIC OCZNA, 30, 229.
- 8 — MARTINEZ, M. and KATZIN, H., (1963). Refractive Keratoplasty. Arch. d'Ophthal. 69, 837.
- 9 — KRWAWICZ, T., (1960). Intra-Corneal Lamellar Keratoplasty. Brit. J. Ophthal. 44, 629.
- 10 — BARRAQUER, J. I. - GIRARD, L. - DAILY, L. - GOLOVIN, V. - No publicada.
- 11 — KRWAWICZ, T., (1961). The New Plastic Operation for correcting the refractive error of aphakic eyes by changing the corneal curvature. - Brit. J. Ophthal. 45, 59.