

METODO PARA LA TALLA DE INJERTOS LAMINARES EN CORNEA CONGELADA. NUEVA ORIENTACION PARA LA CIRUGIA REFRACTIVA

(Nota Previa)

POR

JOSE I. BARRAQUER M., M. D.

Bogotá, Colombia

Si bien en los primeros tiempos de la queratoplastia se hicieron intentos de transplante laminar (Walther - 1840) (1) pronto se abandonaron en favor de la penetrante por sus mejores resultados, hasta que con el advenimiento de los antibióticos, Paufigue y Sourdille, demostraron en 1948 la bondad del método laminar (2). Esta característica se ha acentuado con la introducción de los corticosteroides en terapéutica.

Sin embargo, en queratoplastia laminar anterior los resultados visuales son frecuentemente menos satisfactorios que en los casos favorables de queratoplastia penetrante. Esto es debido:

- 1) Opacidades residuales en el plano profundo.
- 2) Opacidad en el plano de unión.
- 3) Defectos de refracción.

Estos últimos, son los que nos interesan en este trabajo y son motivados por irregularidad:

- a) En el tallado del lecho receptor.
- b) En la talla del injerto.

- c) En la coaptación entre ambos.
- d) En la córnea receptora.

Muchos autores han propuesto métodos para mejorar los tres primeros factores mencionados, así:

1) Paufigue (2) describe su técnica con el uso del cuchillito acodado, de su nombre, y el escarificador de Desmarres para la talla del lecho receptor y del escarificador solo, para la talla del injerto.

2) Barraquer (3) describe su técnica y emplea su espátula piriforme para ambos fines.

3) Bock (4) diseña su cuchilla para la toma de injertos de espesor uniforme, y recientemente Castroviejo (9) describe su nuevo Queratoplastotomo.

Para asegurar la coaptación y fijación del injerto se han empleado principalmente cuatro métodos:

- a) Paufigue (2) hilos de contención y membrana vitelina de huevo.
- b) Barraquer (3) sutura borde a borde.
- c) Fritz (5) lentes de contacto suturados.
- d) Walsler (6) lentes de contacto libres.

La observación de las ametropías provocadas por la queratoplastia hicieron que el autor propusiera, en 1949, el empleo de métodos laminares para modificar la refracción en ojos amétropes (7), modificando:

- a) La dimensión del injerto.
- b) La curva del lecho receptor.
- c) La curva de la córnea incluyendo entre sus capas un acrílico con o sin poder dióptrico (10).

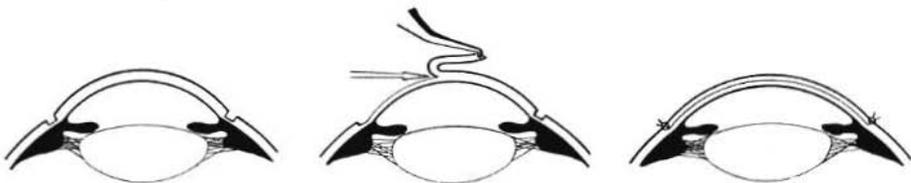


Fig. 1. Queratectomía anular para aumentar el radio de curvatura corneal (1949).

Con los métodos descritos en 1949 en nuestra nota "Queratoplastia Refractiva" (7) (Figs. 1 y 2) conseguimos algunos resultados que nos demostraron lo lógico de la idea de modificar la refracción del globo ocular actuando sobre el órgano más fácilmente accesible y de mayor poder dióptrico del ojo.

Fig. 2. Métodos (1949) para disminuir el radio de curvatura corneal:

a) Injerto laminar mayor que el lecho.



b) Lecho con talla convexa.

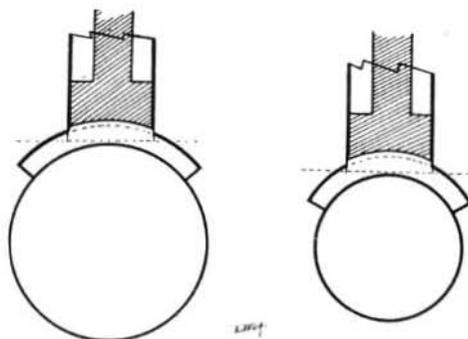


c) Inclusión de un acrílico.



La falta de un procedimiento técnico para tallar en la forma deseada el lecho receptor nos hizo pensar en la posibilidad de modificar la forma del injerto. Así pudimos minimizar defectos de refracción miópicos o hipermetrópicos pre-existentes en ojos con leucomas superficiales tallando el injerto con una navaja en una córnea dadora cuya forma habíamos modificado previamente adaptándola sobre una esfera metálica de la dimensión adecuada (Fig. 3), y si bien debido a imperfecciones de la talla manual no conseguimos una exactitud suficiente, los resultados obtenidos nos alentaron a continuar experimentando por este camino.

Fig. 3. La córnea adaptada sobre una esfera del diámetro requerido, se halla horizontalmente una vez delimitado el injerto.



Nuestra experimentación se dirigió entonces hacia la talla del injerto o lecho receptor por medios mecánicos semejantes a los empleados para la talla de lentes ópticos. Ensayamos un sinnúmero de instrumentos y métodos que no dieron el resultado deseado (cuchillas curvas, fresas de metal, esmeril, carborundum, diamante, etc.)

Los descubrimientos de Eascott (8) sobre la viabilidad de la córnea congelada abrieron un nuevo horizonte a nuestra idea de tallar injertos corneales perfectos y eventualmente con un poder refractivo predeterminado, pues en estas condiciones la dureza de la córnea permitiría trabajarla como otros materiales de uso corriente, v. g. plásticos.

El método desarrollado consiste en tallar por su cara parenquimatosa el injerto congelado en un torno especial que permite darle la curvatura, espesor y dimensiones deseadas con gran precisión.

Con esta técnica hemos podido obtener injertos absolutamente regulares y con valor dióptrico predeterminado, con los que es posible no sólo minimizar o suprimir los defectos de refracción esféricos y cilíndricos post-operatorios o los pre-existentes a una queratoplastia laminar, sino que también nos ha permitido realizar, en animales de experimentación, autoqueratoplastias laminares para producir a voluntad ametropías que pueden ser compensadoras de una pre-existente.

El método es aún susceptible de otra posibilidad, actualmente en vías de experimentación, o sea la talla de lentes de tejido corneal de forma y tamaño preciso que incluidos en el espesor de la córnea permitirán modificar su poder refractivo. (Fig. 4).



Fig. 4. Inclusión interlaminar de lente de "parenquima corneal" para aumentar o disminuir el radio de curvatura de la córnea.



Dado el carácter de esta nota no entraremos en la consideración minuciosa de detalles técnicos, pues en el momento actual sería prematuro. Expondremos lo esencial de la técnica seguida en nuestros experimentos y un ejemplo de los resultados que nos han movido a hacer esta publicación.

Lo complejo del método, todos los comienzos son complejos, no es obstáculo puesto que en caso de homoqueratoplastia, y ésta es la única que hasta la fecha hemos practicado en seres humanos, todo el trabajo técnico puede ser llevado a cabo en el banco de ojos por un especialista que con esta técnica está capacitado para entregar un injerto que se adapte exactamente a las condiciones solicitadas por el cirujano.

Con córneas talladas en estas condiciones pueden disminuirse dos de las causas ya señaladas de irregularidad tectónica en las queratoplastias laminares, puesto que:

1) Permite obtener injertos muy uniformes en espesor y radio de curvatura, pudiendo este último ser calculado para compensar una ametropía pre-existente.

2) Permite compensar las deformaciones de la córnea receptora por medio de injertos astigmáticos.

3) Las irregularidades por defectos de coaptación están minimizadas en queratoplastia laminar ya sea con la sutura borde a borde, ya con el uso de un lente de contacto.

4) El método no permite corregir las irregularidades consecutivas a la talla defectuosa del lecho receptor, las cuales por el momento solo podemos reducir con una disección sumamente cuidadosa y eventualmente bajo el control del microscopio quirúrgico con lámpara de hendidura (11).

LABOR EXPERIMENTAL

En el desarrollo de este método estudiamos consecutivamente:

a) La posibilidad de congelar la córnea receptora con el fin de tallarla con la forma deseada.

b) Comprobación de la viabilidad de injertos laminares congelados después de su talla.

c) Comprobación de la viabilidad de injertos laminares tallados durante la congelación.

No comprobamos la viabilidad de los injertos tallados en globos previamente conservados a 79° centígrados bajo cero y descongelados antes de tallar el injerto, pues este punto ha sido ya demostrado por los experimentos de Eascott, Cross, Leigh, North, Rycroft y otros.

a) *Congelación del receptor.*

Experimentos realizados en conejos nos demostraron la reversibilidad de las lesiones corneales causadas por congelación de la córnea obtenida mediante la apli-

cación directa de una varilla de nieve carbónica sobre la córnea o a través de la superficie cóncava de un tubito de metal de 7 milímetros de diámetro lleno de nieve carbónica. (Fig. 5).

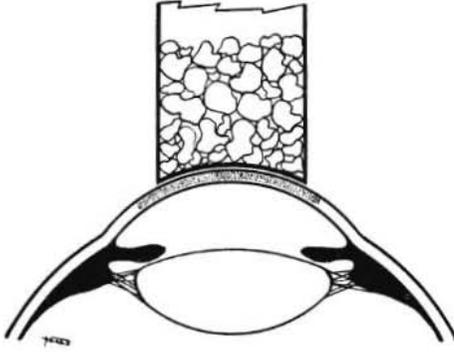


Fig. 5. Congelación de la córnea mediante la aplicación de un tubito lleno de nieve carbónica.

Congelaciones superiores a diez segundos de duración provocaron en todos los casos lesiones irreversibles en el iris (atrofias y midriasis paralítica) y en la mayoría opacidades en la cápsula anterior del cristalino.

Este tiempo (diez segundos) era insuficiente para permitirnos tallar un lecho receptor con la forma pre-determinada como era nuestra idea.

Con el fin de prolongar el tiempo útil disponible de congelación de la córnea in situ sin producir lesiones irreversibles en iris y cristalino, intentamos aislar estos órganos llenando previamente la cámara anterior con aire; de esta forma conseguimos prolongar en tres segundos el tiempo útil de congelación. Para aumentarlo aún más ensayamos aire circulante (Fig. 6) en cámara anterior a la temperatura de cero grados centígrados con lo que conseguimos prolongar este tiempo hasta quince segundos. Congelaciones más prolongadas determinaban en todos los casos lesiones irreversibles de iris y cristalino por lo que abandonamos la idea de tallar la córnea congelada in situ y empezamos a estudiar la posibilidad de hacerlo en el injerto aislado.

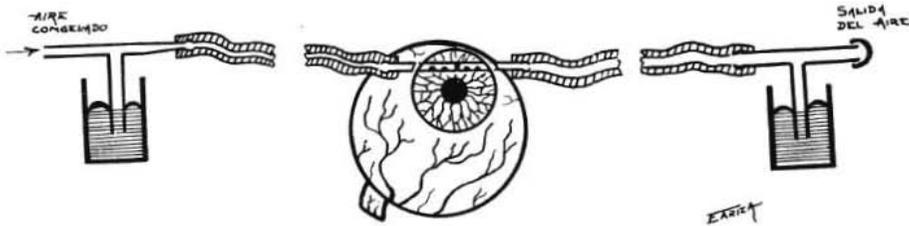


Fig. 6. Esquema mostrando el dispositivo para mantener circulación de aire frío en la cámara anterior a presión uniforme. Los recipientes contienen mercurio.

b) *Comprobación de la viabilidad de injertos laminares congelados después de la talla.*

Conocidos los experimentos de Eascott, Cross, Leigh y North sobre el papel de la glicerina como protector de la transparencia en injertos congelados a 79° centígrados bajo cero, procedimos a comprobarlos en córnea aislada realizando autoplastias y homoplastias en perros, cerdos, conejos y cobayos.

Para la congelación del injerto empleamos en un principio la platina del microtomo de congelación y córneas autoplásticas y homoplásticas obtenidas de animales sacrificados inmediatamente antes de la experiencia.

Un 50% de estos injertos fueron congelados sin preparación previa, mientras que los restantes fueron sumergidos en una solución salina isotónica con un 15% de glicerina durante un período de tiempo que varió entre quince minutos y una hora, antes de proceder a su congelación. La congelación se mantuvo cinco minutos, tiempo que considerábamos suficiente para las maniobras a que nos proponíamos someter el tejido congelado. Descongelación lenta a temperatura ambiente. Con esta técnica no obtuvimos ningún caso de transparencia.

Cambiamos entonces nuestro procedimiento de congelación por la sumersión de la córnea en un ambiente a 70° centígrados bajo cero, obtenido en una pequeña cámara rodeada de pasta de nieve carbónica con alcohol o glicerina (Fig. 7). En estas condiciones obtuvimos un 60% de injertos transparentes tanto en el lote glicerinado como en el que no había sido tratado previamente.

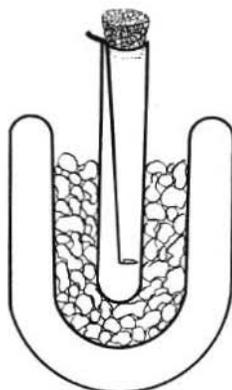


Fig. 7. Cámara de congelación para injertos.

Como quiera que la prolongada estancia del injerto en solución salina y glicerina hacía que éste se volviese edematoso y de consistencia mucosa, lo que resultaba inadecuado para nuestro propósito de talla óptica, decidimos emplear exclusiva-

mente injertos sin protección y redujimos nuestro campo experimental al conejo, por su mayor facilidad de manipulación, pudiendo observar que la mayor parte de las opacificaciones eran debidas a defectos en la coaptación del injerto, porque las suturas se desgarraban prematuramente, levantándose el injerto en una pequeña zona a través de la cual se infiltraban las lágrimas.

La resección del tercer párpado al terminar la intervención y la práctica de una tarsorrafia disminuyeron estos accidentes, los cuales quedaron prácticamente eliminados al tratar a los animales de experimentación con antibióticos y A.C.T.H. durante el curso post-operatorio.

En un lote de control obtuvimos el 100% de transparencias empleando córneas homoplásticas congeladas sin protección y queratoplastia laminar circular de seis milímetros de diámetro con 0.3 milímetros de espesor, fijando los injertos con sutura continua borde a borde.

c) Comprobación de la viabilidad de injertos laminares tallados durante la congelación.

Una vez confirmada la viabilidad de los injertos laminares autógenos y homogéneos, obtenidos con nuestra técnica habitual (espátula piriforme) y congelados por espacio de cinco minutos a 79° centígrados bajo cero, procedimos a comprobar si la talla del injerto congelado al torno, modificaba la viabilidad del mismo o el curso post-operatorio.

Los resultados obtenidos fueron idénticos a los del apartado b), o sea que la manipulación del injerto en estado de congelación no modifica la conducta posterior de éste.

Los injertos así obtenidos (Fig. 8) presentan una sección completamente regular, no siendo posible descubrir ni siquiera al microscopio la menor irregularidad ni huella de la herramienta.

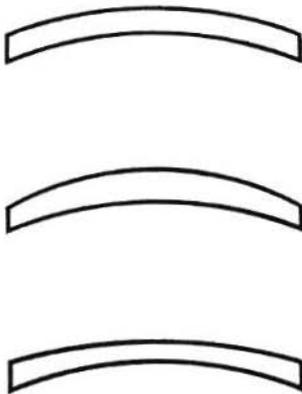


Fig. 8. Injertos: Ópticamente neutro; de valor dióptrico positivo y de poder negativo.

TALLA OPTICA DE INJERTOS CONGELADOS

Como se trata de tornear córneas congeladas con el fin de darle la forma y espesor deseado, debemos considerar sucintamente en primer lugar las características del torno empleado y de los dispositivos para fijar la córnea y poderla trabajar de forma que mantenga la congelación durante todo el tiempo necesario.

Torno: En nuestros primeros experimentos hemos empleado un pequeño torno de relojero para el que hemos hecho construir por la casa Remdix un carro especial con un dispositivo reproductor de curvas (Fig. 9).

Los radios de curvatura los hemos obtenido empleando esferas de la dimensión adecuada de las habitualmente empleadas en cojinetes de bola.

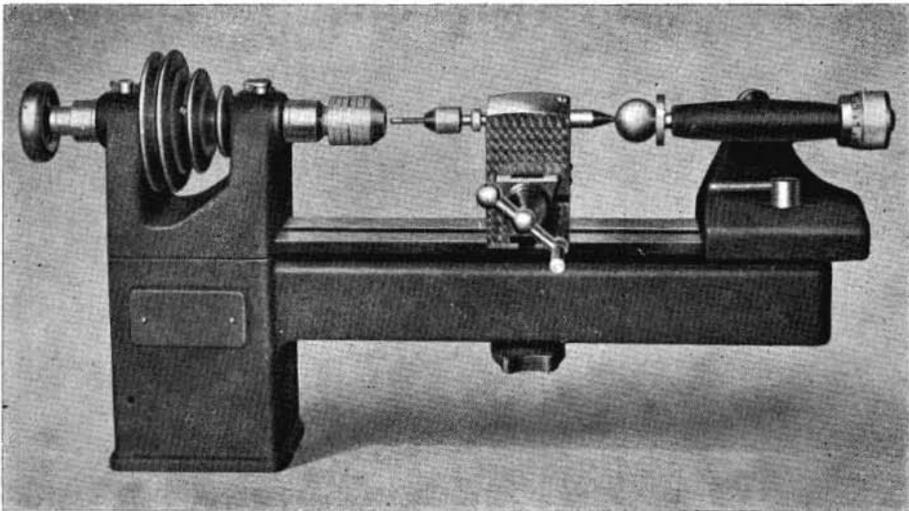


Fig. 9. Torno de relojero con dispositivo reproductor de curvas.

Actualmente empleamos un torno industrial con dispositivo para tallar curvas que permite una precisión de 0.01 milímetros.

Fijación del Injerto: La fijación del injerto congelado y su conservación en este estado, ofreció múltiples dificultades que finalmente pudimos solventar construyendo el plato del torno con una cámara para nieve carbónica (Fig. 10) y un porta-córneas construido en materia plástica que se fija al primero por medio de un dispositivo de bayoneta (Fig. 11).

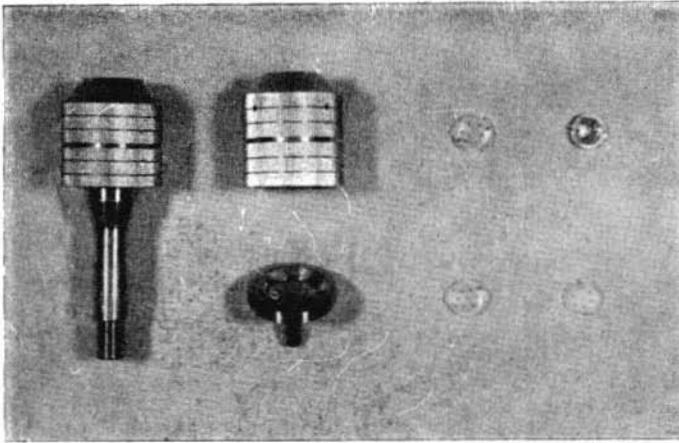


Fig. 10. Dos modelos de plato con cámara para nieve carbónica y porta-córneas.

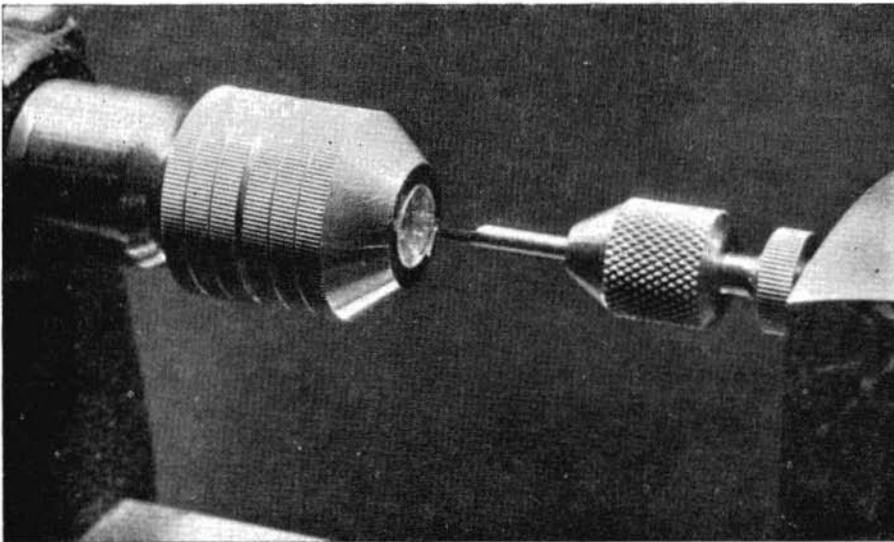


Fig. 11. Plato con porta-córneas colocado en el torno.

El *modus operandi* es el siguiente:

Se coloca en el torno el plato sin nieve carbónica con un portacórneas de plástico, en el cual se talla una concavidad del radio de curvatura adecuado y diámetro exacto de la córnea que pensamos trabajar. A continuación se practica, aproxima-

damente a un milímetro de la periferia de dicha concavidad, una corona de perforaciones de unas dos décimas de milímetro cada una para aumentar la solidez de la fijación (Fig. 12).

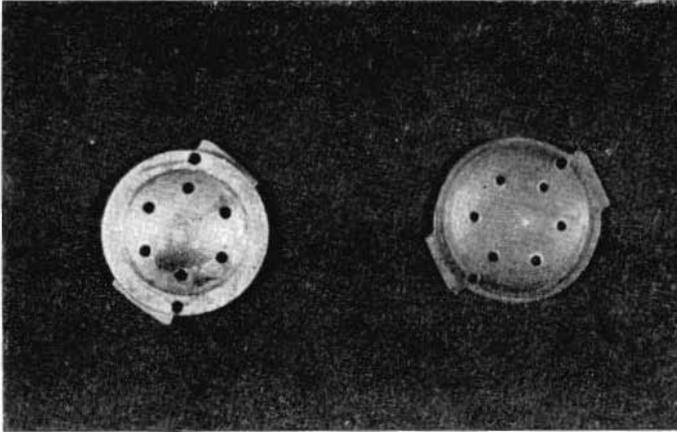


Fig. 12. Porta córneas:

- a) De latón para injertos de 6 mm.
- b) De plástico para injertos de 7 mm.

Retirado el porta-córneas del plato, se esteriliza y sobre él se coloca, por su cara epitelial, la córnea previamente obtenida con un trépano de la dimensión adecuada de forma que quede perfectamente centrada en la concavidad del plástico, pasándose a continuación a la cámara de congelación donde permanecerá durante 3 o 4 minutos.

En este lapso se carga la cámara del plato con nieve carbónica y se regula convenientemente el torno.

Se coloca el porta-córneas plástico, con la córnea congelada adherida, en el plato y todo ello en el torno. Se procede entonces a la talla de la cara parenquimatosa de la córnea, dándole la curva que previamente hemos seleccionado. Es conveniente hacer esta maniobra en una atmósfera con grado hidrométrico bajo para evitar la excesiva formación de hielo sobre las partes congeladas. En algunos casos nos hemos visto obligados a trabajar en atmósfera de nitrógeno por no tener a nuestro alcance medios adecuados para desecar en forma conveniente el ambiente del laboratorio.

La talla en sí, desde el punto de vista mecánico, no ofrece dificultades de ninguna clase y las únicas condiciones dignas de señalarse son la conveniencia de

emplear un buril con superficie cortante curva, cuyo radio de curvatura sea aproximadamente un milímetro inferior al de la concavidad que deseamos tallar y el mantener dicho buril a baja temperatura mientras dure la operación. Esto se consigue fácilmente aplicando cerca de su punta un pequeño depósito lleno de nieve carbónica.

El valor de los radios de curvatura es motivo de experimentación para determinar dentro de los procedimientos que hemos seguido cuál es el más adecuado. El segundo de los procedimientos que vamos a describir merece nuestra preferencia por su simplicidad.

El primer procedimiento consiste en tallar el lecho del portacórneas con la curva exacta de la córnea dadora y calcular matemáticamente cuál debe ser la curva de la cara parenquimatosa para que al adaptarse a la superficie cruenta de la córnea receptora nos dé a nivel del epitelio del injerto el radio de curvatura que deseamos obtener.

El segundo procedimiento consiste en tallar la concavidad del porta-córneas con el radio que definitivamente deseamos obtener y al cual se adaptará la córnea dadora, dada la elasticidad de la córnea y la relativamente pequeña diferencia entre ambos radios de curvatura. La cara posterior o parenquimatosa debe tallarse exactamente con el mismo radio de curva que tiene la córnea receptora a nivel del lecho. Este radio es tres o cuatro décimas de milímetro menor que el radio de curvatura de la córnea receptora a nivel del epitelio, según se trate de injertos de tres o cuatro décimas de espesor. Esto debe tenerse muy en cuenta ya que tres o cuatro décimas de milímetro en el valor del radio equivalen a unas dos dioptrías.

Este método tiene la ventaja de no exigir cálculos, pero precisa aún la experimentación en una gran serie para demostrar que la adaptación del injerto al nuevo lecho cóncavo permite suficiente exactitud.

Cuando se trata de obtener injertos ópticamente neutros, como han sido los que hasta la fecha hemos empleado en seres humanos, tallamos el lecho receptor en el porta-córneas exactamente igual que el radio de la córnea dadora, tallando la cara parenquimatosa con el mismo radio disminuído exactamente en el espesor del injerto, generalmente tres décimas de milímetro para que ambas superficies resulten paralelas.

En estos casos las córneas fueron obtenidas de globos humanos conservados en aceite de parafina hasta el momento de tomar en ellos el injerto para su congelación y talla óptica.

Los injertos astigmáticos pueden obtenerse con un procedimiento que varía ligeramente y aunque pueden concebirse las mismas técnicas que hemos descrito

para los injertos ópticamente neutros o con valor refractivo esférico, nosotros, por dificultades de índole mecánica, solo hemos podido ensayar el equivalente a la segunda técnica descrita con algunas variantes.

Esta técnica es la siguiente: El porta-córneas se talla en forma tórica con el grado de astigmatismo que deseamos obtener. Al aplicarse la córnea sobre la superficie tórica sufre una deformación que la convierte en elíptica y por lo cual es preciso utilizar un injerto mayor para tallar su cara parenquimatosa e inmediatamente cambiando la herramienta del torno o mejor aun pasando el plato a una máquina auxiliar, cilindrarlo reduciendo su diámetro a la dimensión adecuada.

Tratándose de homoplastias, hemos tomado en todos los casos, con el trépano, un injerto de todo el espesor de la córnea de la dimensión deseada rebajándolo por su cara endotelial hasta el espesor necesario.

En casos de autoplastias (hasta la fecha experimentales) hemos tomado el injerto laminarmente con nuestra técnica habitual (espátula piriforme) rebajándolo solamente lo esencial para obtener la modificación adecuada en el radio de curvatura.

Una vez tallado el injerto hemos seguido tres conductas sin que todavía podamos definirnos por la superioridad de ninguna de ellas.

- a) El injerto se descongela y emplea inmediatamente.
- b) El injerto se deja descongelar y se conserva en aceite de parafina a una temperatura que puede variar entre dos y cuatro grados centígrados hasta el momento de su empleo.
- c) El injerto prendido al porta-córneas se mantiene congelado a 79° centígrados bajo cero hasta el momento de su utilización.

RESULTADOS

Como ejemplo presentamos el caso de la figura 13 y que corresponde a un conejo cuya córnea tenía un radio de curvatura de 47 dioptrías y al que se le colocó un injerto de 37 dioptrías obteniéndose un resultado final de 38 dioptrías con perfecta transparencia del injerto y visibilidad del fondo ocular.

La figura 14 muestra el caso de un ojo de conejo cuya córnea tenía un valor de 43,25 dioptrías y al que se le colocó un injerto de 47,25 dioptrías obteniéndose una córnea de 48.00 dioptrías con perfecta transparencia y visibilidad normal del fondo ocular.

La figura 15 muestra una queratoplastia laminar en ojo humano de 6 milímetros a los seis meses de intervenida, practicada con injerto ópticamente neutro y

cuya agudeza visual es en la actualidad de 0,62 con una corrección de -125 cil. x 120.

Estos casos demuestran la viabilidad de la córnea tallada al torno en estado de congelación profunda. Este hecho es el único que deseamos sentar en este trabajo, pues la determinación de la precisión que puede obtenerse en correcciones refractivas debe ser objeto de una larga experimentación.

CONCLUSION

De las experiencias realizadas y sucintamente expuestas en este trabajo se desprende que es posible tallar por medios mecánicos el tejido corneal en estado de congelación profunda sin que pierda sus cualidades para realizar injertos laminares con finalidad óptica.

RESUMEN

a) El autor describe un método para la talla regular de injertos laminares en córnea congelada.

b) Considera que la viabilidad y conservación de transparencia de estos injertos puede considerarse como demostrada.

c) Se exponen los fundamentos de un método que abre un nuevo campo al tratamiento quirúrgico de los defectos de refracción.

El procedimiento se basa en torneear la córnea congelada a 79° centígrados bajo cero para darle la curvatura, dimensión y espesor deseados.

Con este procedimiento los Bancos de Ojos estarían capacitados para suministrar injertos laminares de talla perfecta y de las dimensiones y forma requeridas por el cirujano.

Por este método, ha podido modificar experimentalmente, el valor esférico de la córnea valiéndose de autoplastias y homoplastias.

En el trabajo se sugiere también la posibilidad de corregir defectos astigmáticos y de tallar lentes de tejido corneal para inclusión interlaminar.

CONCLUSION

From the experiments performed and succinctly exposed in this article, one can see the possibility of turning, the corneal tissue under deep freezing state, without losing its qualities to perform laminar grafts, to be used for optical purposes.

SUMMARY

- a) The author describes one method of turning regular laminar grafts on deep frozen corneas.
- b) The viability and preservation of transparency of the grafts is considered as a successful attempt.
- c) The principles of a method to open a new field in the surgical treatment of the errors of refraction, are exposed.

The procedure is based on the machining of the frozen corneas at 79 centigrades degrees below zero, to give the cornea, curvatures, sizes and thickness desired.

With this procedure the Eye Banks will be able to furnish laminar grafts of perfect grindings, dimensions and shapes required by the surgeon.

By means of this method, it has been possible to modify experimentally, the spherical value of the cornea, using autografts and heterografts.

In this article, it is also suggested, the possibility of controlling astigmatic defects and grinding lenses of corneal tissue for interlaminar inclusions. *

Apartado Aéreo 11056

Note: The whole English translation of this article will appear in the next issue.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1) RYCROFT B. W. (1955) Corneal Grafts. Butterworths, London p. 5.
- 2) PAUFIQUE L., SOURDILLE G. P., OFFRET G. (1948) Les Greffes de la cornée. Masson. Paris.
- 3) BARRAQUER M. J. I. (1951) La Histioterapia en Oftalmología. Arch. Soc. Hisp. Amer., **11**, 874.
- 4) BOCK R. H. (1949) New Instruments for obtaining lamellar grafts. Arch. Ophthal., **9**, 458.
- 5) FRITZ A. (1950) Sutured contact lenses for contention of the graft in keratoplasty. Amer. Jour. Ophthal., **33**, 1236.
- 6) WALSER E. (1949) New Fixation procedure in keratoplasty. Ber. Dtsch. Ophthal. Ges., **55**, 382.
- 7) BARRAQUER M. J. I. (1949) Queratoplastia refractiva. Estudios e informaciones oftalmológicas, **2**, N^o 10.
- 8) EASCOTT H. H., CROSS A. G., LEIGH A. G. y NORTH D. P. (1954) Preservation of grafts by freezing. Lancet, **1**, 237.
- 9) CASTROVIEJO R. (1958) Comunicación al Congreso Internacional de Bruselas.
- 10) ARIZA H. E. (1958) Lentes y Prótesis acrílicas intracorneales. Arch. Soc. Amer. Oftal. Optom., **1**, 191.
- 11) BARRAQUER M. J. I. (1956) The Microscope in ocular Surgery. Amer. Jour. Ophthal., **42**, 916.

Figura 13 - Queratoplastia hipermetropizante en conejo.

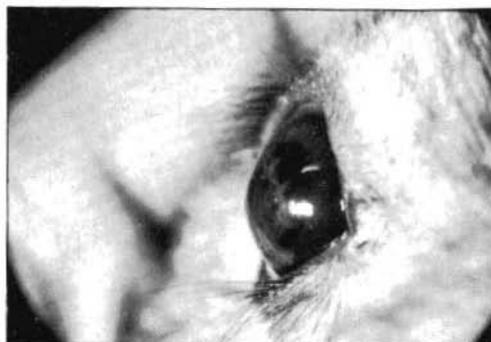


Figura 14 - Queratoplastia miopizante en conejo.

Figura 15 - Queratoplastia en ojo humano seis meses después de la intervención. Injerto tallado durante la congelación.

