

## **INJERTO TAPON DE HEMA: REEMPLAZO TEMPORAL DEL ESPESOR TOTAL DE LA CORNEA POR LENTICULOS DE HIDROXIETILMETACRILATO**

**GABRIEL VELAZQUEZ, M. D.<sup>1</sup>**  
Bogotá, Colombia

### **RESUMEN**

Se describe una técnica quirúrgica utilizada para reemplazar temporalmente el espesor total de la córnea, por lenticulos de hidroxietilmetacrilato. Se reportan los resultados obtenidos con esta técnica en seis conejos y un caso humano.

### **INTRODUCCION**

Aunque actualmente los trasplantes corneales homoplásticos en humanos se realizan con creciente éxito, la escasez de material donante es un factor limitante para la práctica de queratoplastias penetrantes. Esto, en muchos casos, ha sido causa de la pérdida definitiva de la función visual o del globo ocular.

El análisis de la inclusión intracorneal de lenticulos de hidrogel en queratofaquia (uno de los procedimientos del grupo de las cirugías refractivas), ha mostrado una buena tolerancia corneal a los diferentes materiales de hidrogel utilizados<sup>1, 2</sup>, la cual está directamente relacionada con la permeabilidad y espesor adecuado del lenticulo.

---

1. Residente de segundo año de la Escuela Superior de Oftalmología, Instituto Barraquer de América, Apartado Aéreo 90404, Bogotá (8), Colombia. Trabajo supervisado por Luis A. Ruiz, M. D., profesor de la misma escuela.

Considerando, pues, que el hidrogel casi no produce reacciones inmunológicas de rechazo y que posee una buena permeabilidad, decidimos utilizar hidroxietilmetacrilato (HEMA), para probar el reemplazo del espesor total de la córnea. Una de las ventajas del reemplazo total es la de evitar los posibles problemas con las capas anteriores de la córnea, pues cuando el lenticulo es impermeable, la capa corneal anterior sufre necrosis, se adelgaza y se perfora; cuando el espesor es muy grande se presenta su expulsión.

Como todo hidrogel, el HEMA es un polímero, cuya estructura (figura 1), se torna flexible con la absorción de agua, pero estando deshidratado puede tallarse fácilmente, para darle la forma deseada. La polimerización puede hacerse mediante agua y otros solventes, pero siempre con un agente formador de enlaces cruzados (el más comúnmente utilizado es el etilenglicoldimetacrilato (EGDMA)). El propósito de los enlaces cruzados es el de formar mallas tridimensionales para proporcionar una mayor consistencia mecánica. Mientras más enlaces cruzados tenga el polímero, menos cambios sufrirá en su estructura al exponerse a soluciones de diferentes tonicidades. Asimismo, absorberá menos agua y tendrá un mayor índice de refracción<sup>3</sup>.

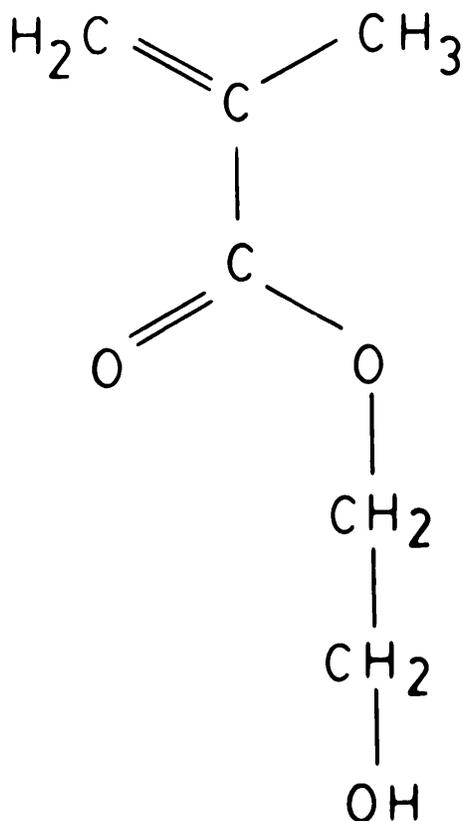


FIGURA 1  
Estructura del HEMA

## INJERTO TAPON DE HEMA

Además de la razón ya aducida, elegimos este material por estar a nuestro alcance, ser fácil de tallar para darle la forma necesaria, tener una excelente transparencia óptica, afinidad por el agua, estabilidad estructural y mecánica, permeabilidad al oxígeno y por ser biológicamente inerte<sup>4</sup>. Es de anotar que el éxito de las inclusiones intracorneales depende en gran parte de una buena permeabilidad al agua y al oxígeno del material usado y de que su espesor sea lo más delgado posible.

Creemos que el material que pueda reemplazar la córnea a largo plazo será desarrollado eventualmente; solo hace falta redoblar los esfuerzos en la búsqueda de la solución a los problemas que existen actualmente. Nosotros, en este trabajo presentaremos los resultados y conclusiones emanadas del uso del hidroxietilmetacrilato, como reemplazo temporal del espesor total de la córnea, en la creencia de que este tipo de cirugía podrá ser de utilidad en aquellos lugares donde la disponibilidad de córneas humanas donantes es escasa.

Naturalmente, estamos conscientes de que el injerto tapón de HEMA es solo una alternativa temporal, que en la actualidad es de utilidad en pocos casos. Sin embargo, creemos que puede servir de impulso para buscar alternativas a una idea que hace muchos años fue investigada por otros autores<sup>5, 6</sup>, pero que había quedado abandonada debido a repetidos fracasos: reemplazar la córnea humana por un material aloplástico.

## HISTORIA

La asociación de leucomas corneales con la pérdida de la agudeza visual fue reconocida desde las épocas de Galeno (A. D. 131-210). El primer reemplazo de córnea por un material artificial fue llevado a cabo, sin éxito, por Pellier de Quengsy (1789)<sup>5</sup>. En 1831, Dieffenbach escribió que la idea de Reisinger (1824), de reemplazar la córnea opaca por una transparente, era una "audaz fantasía", que, de tener éxito, constituiría el mayor logro quirúrgico<sup>6</sup>. En 1837, Bigger logró llevar a cabo, con éxito, el primer trasplante homoplástico corneal, en una gacela. En 1872, Power concluyó que los trasplantes corneales en animales eran exitosos solamente si se utilizaban tejidos homoplásticos. En 1880, Wolfe añadió que, además, de ser homoplásticas, las córneas debían ser trasplantadas poco tiempo después de la muerte. Posteriormente, se encontró que era muy importante hacer una disección cuidadosa, tanto de las córneas donantes como del huésped, para lograr una buena coaptación de los bordes, y utilizar una buena fijación, con un mínimo de trauma. En los últimos años, ha habido múltiples contribuciones, que han permitido que las queratoplastias se efectúen con éxito en muchos países del mundo<sup>5, 6, 7</sup>.

Aunque los intentos de insertar un implante artificial en la córnea (como una ventana transparente en el centro de una córnea opaca) se reiniciaron en la mitad del siglo XIX (Nussbaum, Von Hippel, Heusser, etc.), hasta la fecha no han tenido el éxito esperado<sup>5,6,7</sup>.

## MATERIAL Y METODOS

En el presente trabajo se utilizaron 6 conejos adultos, con una edad aproximada de 15 meses y un peso promedio de 2.000 gms, para facilitar la dosificación de la anestesia.

Para consignar los datos necesarios de cada conejo se utilizó un formato en el cual se anotó el número del conejo, peso, distintivo, fecha de la cirugía y ojo a operar, así como las siguientes características del lenticulo: radio de la curvatura anterior, de la posterior y de la aleta, espesor de la región central del lenticulo y de la aleta, diámetro de la zona óptica, diámetro total del lenticulo y, en algunos casos, poder seco del lenticulo. Además, se anotaron observaciones intra y postoperatorias.

En este trabajo, también se reporta el uso de un lenticulo de hidrogel en 1 caso humano.

Para la elaboración de los lenticulos, se utilizó hidrogel, en bloques de Durasoft-2\*. Una vez tallados, los lenticulos se hidratan, quedando con un contenido de 38% de agua.

Inicialmente, se tallaron los lenticulos en forma de hongo, con las siguientes características: zona óptica de 5.0 mm, espesor central de 0.5 mm, aleta de 2.0 mm de ancho y 0.2 mm de espesor, radio de curvatura anterior de 7.0 mm, radio de curvatura posterior de 6.7 mm, radio de curvatura posterior de la aleta de 6.7 mm y diámetro total de 9.0 mm (figura 2).

La idea de la queratoplastia penetrante en forma de hongo nació de Paufigue y Rougier (1950), al realizar una queratoplastia penetrante central, en una córnea a la que previamente se había practicado una queratectomía laminar superficial, de tal manera que la queratoplastia penetrante central quedaba cubierta por una queratoplastia laminar superficial, de mayor diámetro<sup>8</sup>. Para

---

\* Wesley Jessen, División de Schering Corporation

## INJERTO TAPON DE HEMA



*FIGURA 2*

*Esquema del lenticulo de HEMA con forma de hongo.*

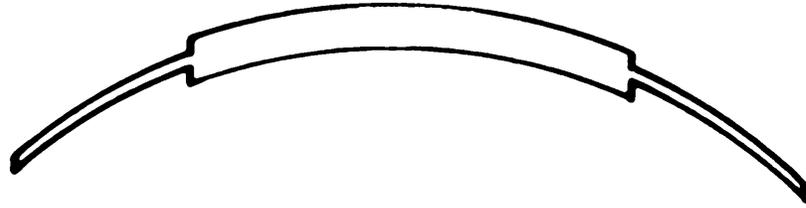
evitar la desventaja del doble procedimiento (queratoplastia penetrante central y queratoplastia laminar superficial), Franceschetti y Doret (1950) modificaron esta técnica, diseñando la queratoplastia penetrante en forma de hongo sin perder las características de una buena coaptación<sup>8, 9</sup>.

En vista de la filtración del humor acuoso que se producía con este diseño, y por sugerencia de J. I. Barraquer, rediseñamos los lenticulos, para que quedaran con una forma similar a la de las queratoprótesis de Cardona<sup>10</sup>, con las siguientes características: aleta en mitad del espesor del cilindro óptico (en el tercio medio), zona óptica de 5.0 mm, espesor central de 0.5 mm, aleta de 1.5 y 2.0 mm de ancho, espesor de la aleta de 0.2 mm, radio de curvatura anterior de 7.0 mm, radio de curvatura posterior de 6.7 mm, y diámetro total de 8.0 y 9.0 mm (figura 3).

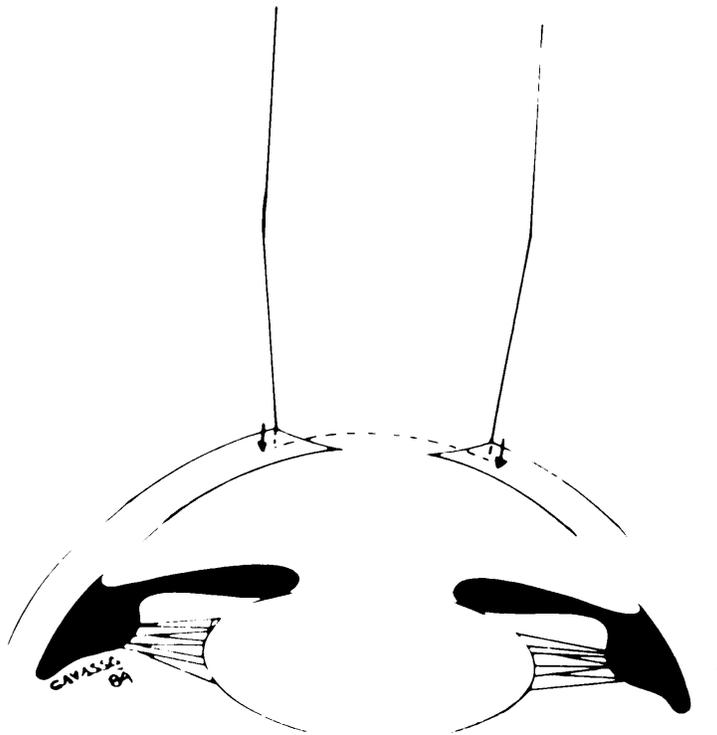
La forma de este lenticulo también es similar al diseñado por J. Legrand (1953), el cual era tallado en acrílico. El logró buena tolerancia corneal hasta por periodos mayores a un año, pero se formaban membranas retrolentales<sup>11</sup>.

### TECNICA QUIRURGICA

1. Canalización de la vena dorsal de la oreja del conejo, mediante un equipo de infusión pericraneal (24G x 3/4"). Anestesia general, con una mezcla de fenobarbital y pentobarbital por vía endovenosa. (Ocasionalmente se utilizó anestesia local, por instilación tópica de Novesina).
2. Colocación de los campos quirúrgicos, de tela y de plástico.
3. Colocación del blefaróstato colibrí de Barraquer y lavado del ojo con una solución salina isotónica.
4. Fijación del ojo con pinza de Barraquer-Lloveras, mientras se practica trepanación de espesor parcial, de aproximadamente 0.2 mm de profundidad y 5.0 mm de diámetro (figura 4).



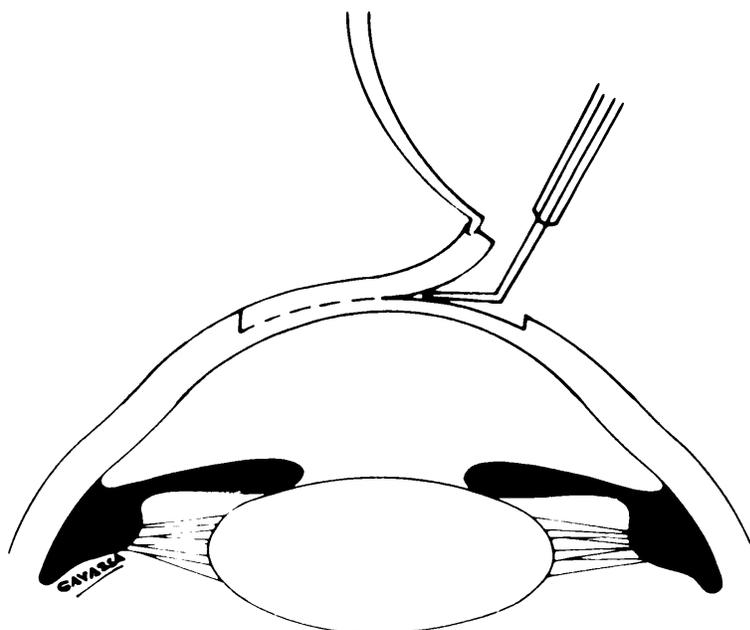
*FIGURA 3*  
*Esquema del lenticulo de HEMA modificado.*



*FIGURA 4*  
*Esquema de la trepanación de espesor parcial de la córnea (0.2 mm de profundidad y 5.0 mm de diámetro).*

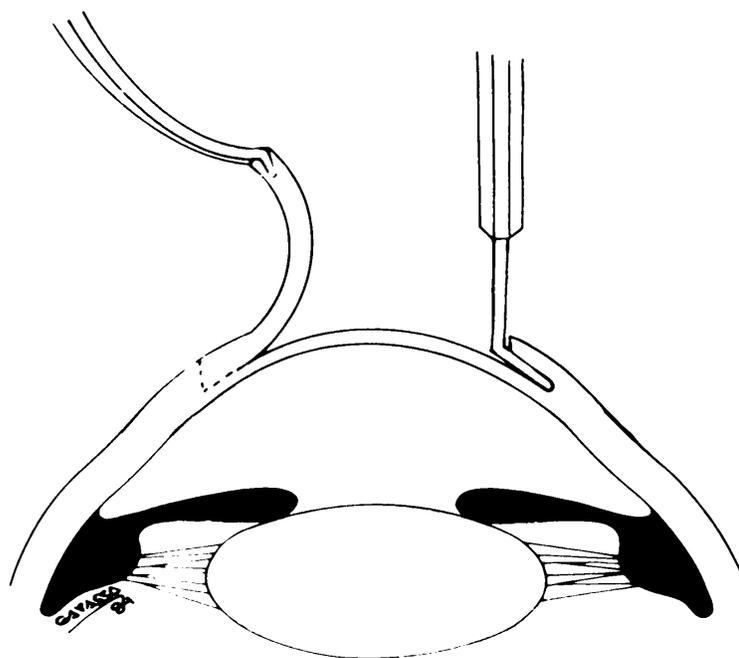
- 5 Disección de la capa laminar superficial central de la córnea receptora, con espátula piriforme (figura 5).
- 6 Disección laminar de la córnea, en la porción periférica a la trepanación de 5.0 mm, con espátula piriforme. Esta disección debe ser suficientemente amplia para permitir la entrada de la aleta (figura 6).

**INJERTO TAPON DE HEMA**



**FIGURA 5**

*Esquema de la disección de la capa laminar superficial central de la córnea.*



**FIGURA 6**

*Esquema de la disección de la capa laminar superficial periférica de la córnea.*

7. Resección de la capa laminar anterior central de la córnea, con tijeras curvas de córnea.
8. Cortes radiales de la capa superficial periférica de la córnea, a las 3 y a las 9, con tijeras de Vannas, para facilitar la entrada de la aleta del injerto tapón de HEMA (figura 7).
9. Fijando el ojo con una pinza de Barraquer-Lloveras, paracentesis a las 10 o a las 2, para poder reformar la cámara anterior o instilar solución de Heparina.
10. Irrigación de la cámara anterior con solución de Heparina con 1.000 UI por ml. a través de la paracentesis, a las 10, para evitar la formación de coágulos de fibrina.
11. Perforación con cuchilla, de la capa corneal posterior, a nivel del borde de la trepanación inicial. Reformación de la cámara anterior con Healon o con Condrotín Sulfato.
12. Resección, con tijeras curvas de córnea, desechando la capa corneal posterior.
13. Introducción de la aleta del lentículo entre las dos capas corneales y sutura con nylon 10-0, con un mínimo de 4 puntos en U, a las 3 y a las 9. Estos puntos deben incluir las dos capas laminares corneales y el lentículo, en su aleta (figura 8). Se pueden colocar puntos adicionales para mayor estabilidad.
14. A través de la paracentesis a las 10, reformación de la cámara anterior, con aire y solución salina isotónica.
15. Tarsorrafia, con seda 7-0.

## RESULTADOS

En la serie de 6 conejos incluidos en el presente informe, la complicación más frecuente fue la ruptura de las suturas durante el seguimiento postoperatorio por rasgado, presentándose en todos los casos.

En estos casos, se resuturó el lentículo, sin mayor dificultad técnica, pero con mala tolerancia de los conejos a la anestesia en la reintervención (todos

## INJERTO TAPON DE HEMA

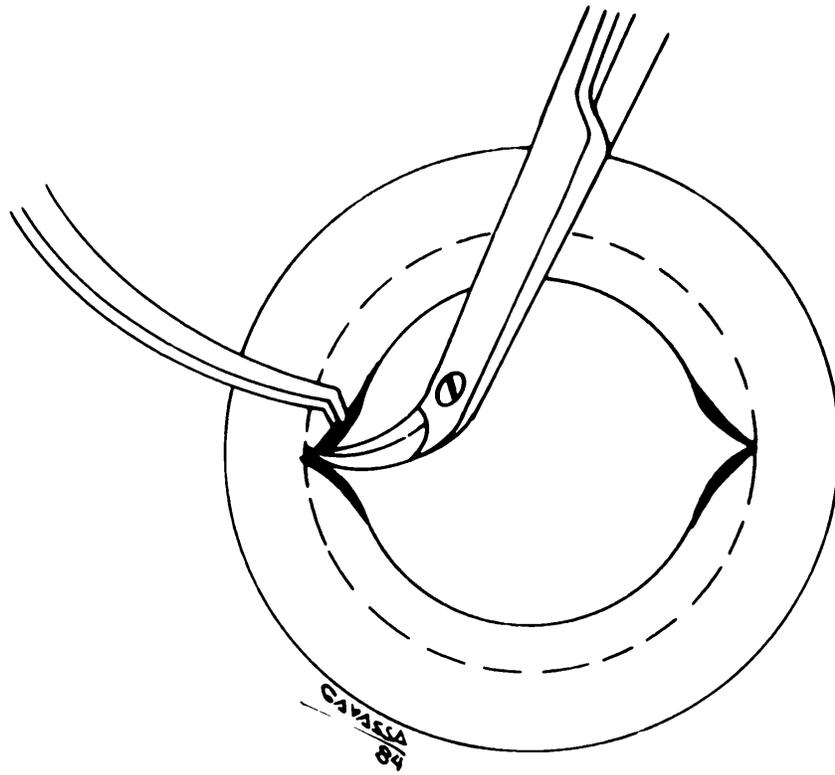


FIGURA 7

*Esquema de los cortes radiales de la capa superficial periférica de la córnea a las 3 y a las 9, con tijeras de Vannas.*

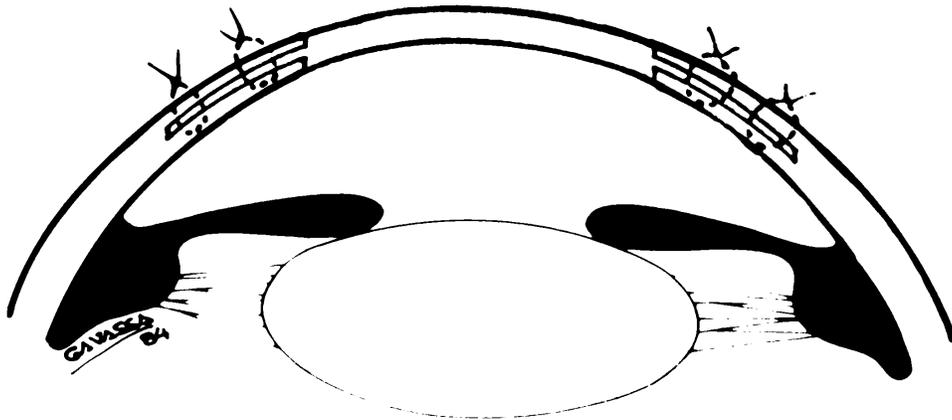


FIGURA 8

*Esquema del injerto tapón de HEMA suturado a la córnea.*

murieron durante algún acto quirúrgico complementario). Los conejos fueron observados durante un promedio de 10 días, pero hubo un caso que fue observado durante 43 días.

A pesar de lo anterior, los resultados del experimento fueron muy satisfactorios, ya que no se observaron alteraciones de la córnea receptora ni reacciones inflamatorias de la cámara anterior, lo cual permite reintervenir el ojo posteriormente, para realizar una queratoplastia penetrante definitiva, utilizando una córnea homoplástica.

Basados en estas observaciones utilizamos el injerto tapón de HEMA en un caso humano.

### **INFORME DE UN CASO HUMANO CON INJERTO TAPON DE HEMA**

El paciente (H. S. A., historia clínica No. 226852), consultó por primera vez en mayo de 1978, a los 11 años de edad. Presentaba un leucoma corneal del ojo izquierdo, que tenía desde la edad de 3 años. Refería que un proceso inflamatorio a repetición hizo que el leucoma fuera cada vez más denso.

Al examen, se encontró un leucoma cicatricial, con ambliopía profunda, atrofia parcial del nervio óptico y endotropia de aproximadamente 20° del ojo izquierdo. Su máxima visión corregida era de cuenta dedos por el ojo izquierdo y de 0.80 por el ojo derecho.

En agosto de 1978, se le encontró una úlcera herpética disciforme en la región central de la córnea del ojo derecho, que fue tratada con Atropina y esteroides tópicos durante cinco semanas. Aunque mejoró con el tratamiento, el leucoma central residual del ojo derecho solo permitía una agudeza visual corregida de 0.40 (20/50). Se le sugirió la posibilidad de una queratoplastia penetrante, pero el paciente no regresó hasta 1981.

En abril de 1981, se encontró un absceso corneal del ojo derecho, que fue tratado durante 3 semanas con Ampicilina y Gentamicina sistémica, y Cloramfenicol y Atropina, tópicamente. Nuevamente mejoró con el tratamiento pero en esa oportunidad el leucoma residual solo permitía una agudeza visual de bultos en el ojo derecho, mientras continuaba con cuenta dedos en el ojo izquierdo. Se le recomendó una queratoplastia penetrante, pero el paciente no regresó hasta el año de 1984.

El 10 de marzo de 1984, el paciente acudió al servicio de urgencias porque 15 días antes había notado una disminución súbita de la agudeza visual. Esto nos

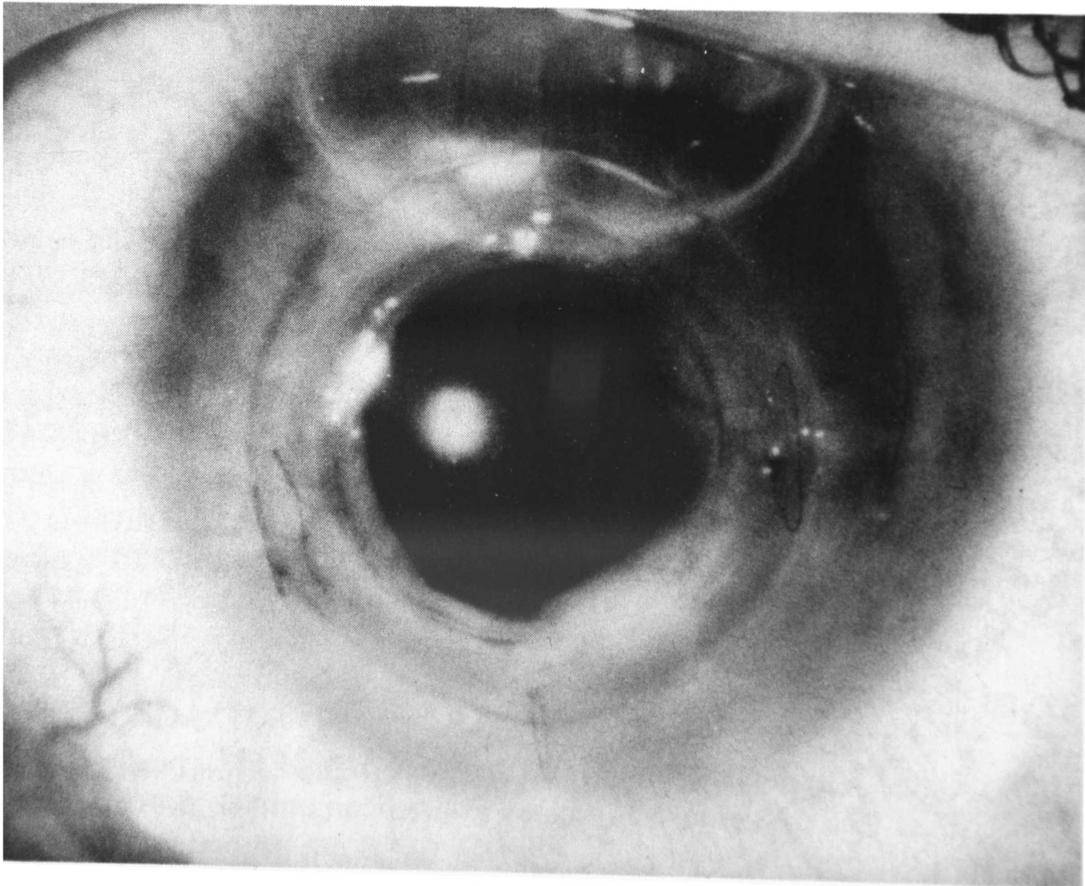
## INJERTO TAPON DE HEMA

Se supone que hubo alguna mejoría en la A.V. del ojo derecho entre 1981 y 1984. Asimismo, refirió que llevaba 3 años usando corticoides tópicos.

Al examen, se le encontró una úlcera corneal central por colagenolisis, perforada y con seidel positivo. Inicialmente se le programó para un recubrimiento conjuntival, pero ante la perspectiva de dejarlo con mala agudeza visual en ambos ojos, se le propuso el injerto tapón de HEMA, procedimiento que fue aceptado por el paciente.

La cirugía se llevó a cabo el 2 de marzo de 1984, logrando una buena cámara anterior, sin filtración (figuras 9 y 10). El ojo se encontraba con una agudeza visual aceptable, que inclusive le permitió leer el periódico al segundo día postoperatorio. El paciente presentaba miopía postoperatoria debido a la curvatura anterior del lentículo implantado (radio de 7.0 mm).

El 5 de marzo, tras obtener una córnea donadora adecuada para trasplante, se le practicó una queratoplastia penetrante de 8.5 mm. El paciente fue poco



**FIGURA 9**

*Fotografía del injerto tapón de HEMA en humano (2o. día postoperatorio).*



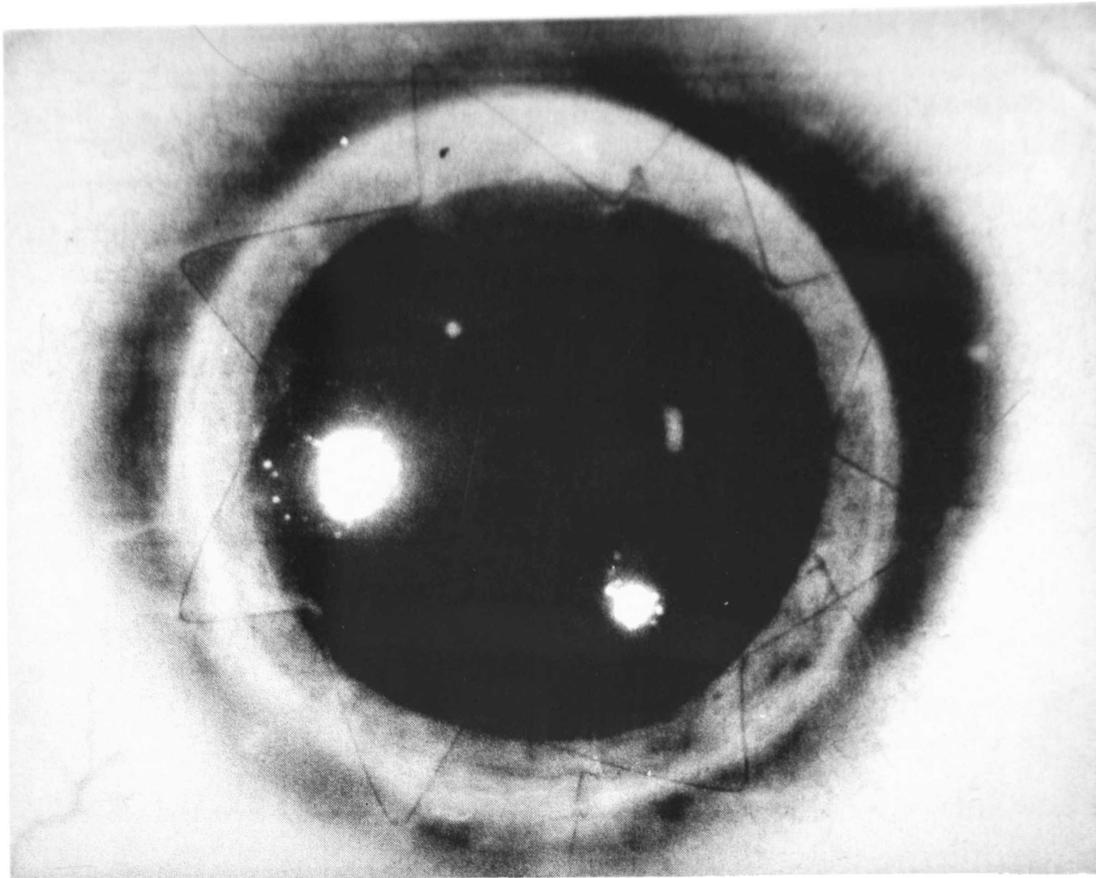
**FIGURA 10**

*Fotografía del injerto tapón de HEMA en humano (2o. día postoperatorio).*

colaborador y después de la cirugía hubo que llamarlo para el control postoperatorio. Aún así, solo se presentó a los dos meses para su primer seguimiento. En esa ocasión, el ojo se encontraba desinflamado y la córnea transparente. La agudeza visual, con corrección de + 5.00 ( - 6.00 x 95°), era de 0.33 (20/60). Al control practicado a los 198 días postqueratoplastia penetrante, su agudeza visual, con corrección de Neutro ( - 2.25 x 100°), era de 0.67 (20/30) (figura 13).

## CONCLUSIONES

Los resultados muestran que el injerto tapón de HEMA, puede ser una alternativa al recubrimiento conjuntival o tarso conjuntival, procedimientos que dejan al paciente con una baja agudeza visual por un periodo de tiempo prolongado. Además, estos procedimientos presentan otras complicaciones y efectos secundarios, tales como pérdida del fondo de saco superior, presión



*FIGURA 11*

*Fotografía de la queratoplastia penetrante en el paciente que tuvo el injerto tapón de HEMA (198 días postoperatorio).*

secundarias y otras alteraciones estructurales de los párpados. Por otra parte, no permiten al oftalmólogo hacer un buen examen de la cámara anterior y de otras estructuras intraoculares.

Obviamente, mientras no se cuente con una mayor experiencia en ojos afectados por úlceras corneales infectadas, no recomendamos el uso del injerto tapón de HEMA en estos casos.

### **RECOMENDACIONES**

Las investigaciones futuras deberán estar encaminadas a lograr los siguientes objetivos:

1. Buscar una corrección menos temporal, que permita obtener cada vez mayor tiempo de tolerancia.

## GABRIEL VELAZQUEZ

2. Estudiar la relación del diámetro del injerto con su tolerancia.
3. Estudiar la tolerancia a diferentes tipos de materiales, incluyendo materiales duros y gas permeable.
4. Estudiar detalladamente la reacción del tejido receptor en sus sitios de unión con el material implantado.
5. Medir la resistencia de la unión injerto-corneal utilizando pruebas de esfuerzo.
6. Buscar una mayor predictabilidad (exactitud) en los cálculos del poder del lenticulo.

## BIBLIOGRAFIA

1. WFRBLIN, T. P., FRYCZKOWSKI, A. W., PEIFFER, R. L.: *Myopic and hypermetropic hydrogel keratophakia*. Soc. Amer. Oftal. Optom. (en prensa).
2. SWINGER, C. A.: *Hydrogels in refractive keratoplasty*. Soc. Amer. Oftal. Optom. (en prensa).
3. PEPPAS, N. A.: *Polymer physics and structure-properties evaluation as related to the development of new materials*. En *Extended Wear Contact Lenses for Aphakia and Myopia*, pp. 6-43. St. Louis, CV. Mosby, 1982.
4. MANDELL, R. B.: *Contact lens practice: Hard and flexible lenses*, pp. 437-454 y pp. 481-506.
5. RYCOFF, B.: *Doyne Memorial Lecture: The corneal graft-past, presente and future*. Trans Ophthalmol. Soc. UK, Vol. LXXXV, pp. 459-517, 1965.
6. DUKE-ELDER, S. *Systems of Ophthalmology*, Vol. VIII, Part II, pp. 648-661. London, Henry Kipton, 1965.
7. CASEY, I. A., MAYER, D. J.: *History of corneal grafting*. En *Corneal Grafting*. Philadelphia, W. B., Saunders Co., 1984.
8. LISTER, A. *Keratoplasty 1948-1951*. Ophthalmic Literature, Vol. 5, pág. 88, 1955.
9. RYCOFF, B. W. *Corneal grafts*, pp. 159-161. Butterworth & Co. London, 1955.
10. CARIDNA, H., DE VOE, A. G. *Prosthokeratoplasty Symposium: Keratoprosthesis* Trans Am Acad. Ophthalmol. Otolaryngol., 83, 271-280, 1977.
11. ARIZA, F. *Inclusiones y prótesis corneales acrílicas*. Arch. Soc. Amer. Oftal. Optom., Vol. I, pp. 191-218, 1958.