

METILCELULOSA COMO SUSTITUTO VITREO TRABAJO EXPERIMENTAL EN CONEJOS

DRA. ANGELA MARIA GUTIERREZ M.¹
Bogotá, Colombia

1. GENERALIDADES

El uso de materiales para reemplazar el vítreo se inició en 1883¹⁸, cuando Andrew inyectó solución salina intraocular en un globo ocular colapsado luego de un trauma. Posteriormente Elschmig y Löwenstein¹⁶ publicaron casos de sustitución del vítreo por solución salina en animales y humanos. A partir de esa época, se han utilizado multitud de sustancias con diferentes propósitos tanto en cirugía de vítreo como en la de retina.

Algunas de las razones²⁸ para la utilización de los sustitutos vítreos han sido: a) restaurar la presión y el volumen intraocular luego del drenaje del fluido subretiniano, b) mantener la presión intraocular durante la vitrectomía, c) inyectar material, que cumpla la función de disecar membranas, d) inyectar una sustancia la cual pueda mantener la retina en su sitio luego de un desgarro gigante móvil, e) la inyección de un material el cual dé soporte a una retina expandida cuando es difícil o imposible colocar un cinturón escleral.

Muchas sustancias han sido aplicadas como sustitutos vítreos, a saber: líquidos tales como soluciones salinas^{16, 18}, humor acuoso del ojo congénere¹⁹, líquido cefalo-raquídeo^{6, 10} y fluido subretinal¹⁹. También se han empleado gases como aire estéril²⁹, nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono¹⁹, sulfuro hexafluorinado²⁹, octofluorociclobutano (C₄F₈)^{23, 29} y otros.

1. Trabajo realizado durante la residencia de Oftalmología en la Escuela Superior de Oftalmología, Instituto Barraquer de América, con la colaboración del doctor Alejandro Arciniegas, profesor titular de la misma.

El otro tipo de sustancias que se han usado son las de alta viscosidad como el vítreo humano de cadáver^{14, 19}, polivinilpirrolidona¹⁹, poligeline^{21, 22}, hidrogel sintético (polihidroxietilacrilato)⁴, trasplante de concentrado de hialocitos⁹, ácido hialurónico²⁵ y aceite de silicona^{2, 20, 27, 29}.

La mayoría de las sustancias anteriormente enumeradas no pasaron la etapa experimental, ya sea por ser muy solubles o por no tener suficiente tensión superficial; algunas de ellas son tóxicas y otras difíciles de obtener. Actualmente, algunos gases, el ácido hialurónico y el aceite de silicona son los más empleados, pero ninguno de ellos cumple con las cualidades de un sustituto ideal.

Los gases se absorben muy rápidamente, lo que no permite que se prolongue su acción durante todo el tiempo requerido para una buena adhesión entre el epitelio pigmentario y la retina sensorial, además de tener cierto grado de toxicidad.

El aceite de silicona es ideal para la disección de membranas pero se sabe que es un material tóxico y no se absorbe, lo que requiere un segundo procedimiento quirúrgico para ser retirado.

Soluciones de ácido hialurónico se absorben en un corto período.

Las características principales de un sustituto ideal¹⁹ serían entonces: a) mantener una transparencia estable e inalterable, b) que permita fácil esterilización, c) que sea inerte y no se combine con otras sustancias presentes en el interior del ojo para formar otros compuestos o que se biodegrade, d) que no provoque reacciones inmunológicas inmediatas o tardías, e) que tenga una suficiente tensión superficial para que pueda mantener la retina contra el epitelio pigmentario, y pueda ser introducida en la cavidad vítrea formando un bolo único.

Este trabajo describe un estudio experimental de un sustituto vítreo, usando un material viscoso⁷, la metilcelulosa^{11, 13, 15, 26}, y empleando como sujeto de experimentación, el conejo. Se escogieron soluciones de metilcelulosa por sus cualidades viscoelásticas, por la relativa facilidad de su preparación y esterilización, la facilidad de ser introducida en la cavidad vítrea²⁶ y su bajo costo.

La metilcelulosa es un polímero relacionado con la glucosa, la cual es químicamente inerte y no favorece el crecimiento de microorganismos^{1, 11, 13}. En soluciones, la metilcelulosa es transparente, incolora y viscosa. Se ha

comprobado que inyectada en la cámara anterior del conejo, no causa reacciones inflamatorias ni alérgicas⁸. Fleming⁸ y Swan³⁰ han publicado trabajos sobre la poca acción irritante de la metilcelulosa sistémica e intraocular en animales. Su uso externo ha sido muy amplio en oftalmología, ya sea como vehículo de algunas soluciones¹² o como lubricante superficial ocular¹⁷. Ultimamente se ha empleado como sustancia viscoelástica para proteger el endotelio en cirugía de segmento anterior¹, específicamente en la aplicación de lentes intraoculares. Hasta el momento, no hay datos sobre su utilización en segmento posterior²⁸ como sustituto vítreo.

2 MATERIAL Y METODOS

2.1. Descripción y preparación de la metilcelulosa

2.1.1. Química

La metilcelulosa^{13, 28} utilizada para cirugía intraocular es la hidroxipropil metilcelulosa¹⁵ altamente purificada. En esta última, los grupos hidroxipropil y metilo reemplazan los grupos hidrógeno, incrementando la habilidad hidrofílica y por lo tanto la solubilidad del compuesto. La molécula básica es la glucosa. La metilcelulosa es un polímero constituido por unidades de celobiosa y maltosa. Dos monómeros de glucosa se combinan con celobiosa, la cual se diferencia de la maltosa, solamente por la forma como están conectados estereoquímicamente los dos monómeros: en la celobiosa, el enlace es betaglicosídico mientras que en la maltosa es alfa glicosídico. El sistema enzimático humano puede hidrolizar los enlaces alfa glicosídicos pero, supuestamente es incapaz de romper el enlace betaglicosídico de la celobiosa y por lo tanto de la metilcelulosa, al menos en el intestino y en grandes cantidades²⁸.

2.1.2. Preparación¹⁵:

Se utilizó metilcelulosa en polvo, procedente de los Laboratorios Aldrich*. Se prepararon 2, 3, 4, 4.5, 5 y 5.5 gramos de metilcelulosa base¹⁵, en 100 centímetros cúbicos de Lactato de Ringer, quedando el soluto en la superficie del solvente. Se dejó reposar 48 horas a 4 grados centígrados y luego se agitó durante 24 a 48 horas. Nuevamente se dejó en reposo a 4 grados centígrados hasta conseguir que se completara la disolución del polvo de metilcelulosa. Se envasó en frascos de vidrio neutro y se esterilizó en autoclave a 120 grados centígrados por 40

* Aldrich Chemical Company, Inc. P. O. Box 355, Milwaukee, Wisconsin 53201 USA.

minutos. No se filtró. Las concentraciones finales utilizadas fueron al 2%, 3%, 4%, 4.5%, 5% y 5.5%. No se utilizaron soluciones al 1% por su baja viscosidad.

2.2 Evaluación in vitro de las propiedades físicas

Se evaluó la transparencia⁴ comparando vítreo fluido extraído de conejos con la metilcelulosa. Se midió la isotonicidad de la metilcelulosa y del vítreo en relación con los glóbulos rojos. Se analizaron comparativamente algunas de las propiedades de la metilcelulosa en diferentes concentraciones, con las de la silicona tales como el índice de refracción, índice de acidez y tensión superficial.

2.3 Estudio en animales

En 18 ojos de 18 conejos se practicó vitrectomía parcial por aspiración, reponiendo el volumen extraído mediante inyección de metilcelulosa. Se estudiaron 18 conejos unos pigmentados y otros albinos que pesaron de 2 a 3.5 kilogramos. Se practicó vitrectomía parcial por aspiración y se inyectó metilcelulosa en 18 ojos de los 18 conejos. A seis ojos controles se les practicó vitrectomía y se reemplazó el vítreo por igual volumen de Solución de Ringer. A los doce ojos restantes, no se les realizó cirugía alguna. A doce conejos se les hicieron estudios electrofisiológicos^{20, 24} en ambos ojos pre-operatorios y post-operatorios.

2.4 Técnica quirúrgica

En midriasis utilizando instilación tópica de tropicamida al 1% y atropina al 1%. Anestesia intravenosa de una solución hipnótica a base de pentobarbital sódico y de fenobarbital en una concentración de 20 miligramos por mililitro. La dosis empleada fue de 100 miligramos por kilogramo de peso en conejos adultos. Se les aplicó clorhidrato de oxibuprocaina al 0.4% tópico como anestésico local. Para la técnica de abordaje quirúrgico, se tuvo presente la conformación anatómica del globo ocular del conejo; es decir, una pars plana pequeña y un cristalino voluminoso²⁴.

Se practicó una peritomía temporal de 180°; colocando en cada extremo de la peritomía un punto de reparo con seda 7/0. Esclerotomía en el cuadrante inferotemporal a 5 mm del limbo, incidiendo sobre la retina periférica; la vitrectomía se hizo por aspiración con cánula y sección de fibras vítreas exteriorizadas. Se inyectaron 0.5 a 0.7 centímetros cúbicos de una solución de metilcelulosa con una cánula No. 16. Cierre de la incisión escleral con un punto de seda 7/0 en U. Cierre de la conjuntiva con dos puntos separados. Al finalizar

el tiempo quirúrgico, inyección subconjuntival de 2 mgs de gamicina e instilación de dos gotas de atropina al 1% en el ojo intervenido. No se practicó criopexia.

2.5 Técnica de electro-retinograma

Se utilizó un electro-retinógrafo modelo Pantops 200. Se practicaron electro-retinogramas a doce de los conejos y en ambos ojos antes del procedimiento quirúrgico, los cuales se repitieron después de la cirugía y en diferentes periodos. Bajo anestesia y en midriasis como se describió anteriormente, se procedió a colocar un lente de contacto de Burian-Allen, conectado al instrumento, registrándose los potenciales fotográficamente. Se utilizó una sumatoria de estímulos de 50, intensidad del flash 0.4 joules, ganancia de amplificadores en la posición 10, la relación voltios/división fue 1, calibración 40mv/cuadro, velocidad 20 ms/cuadro. Se hicieron estímulos con luz blanca. Los registros se obtuvieron con un rango de intensidades de escotópica a fotópica.

Se empleó un período de adaptación a la oscuridad de 7 minutos y se estimuló con el flash condicionante durante 30 segundos. Se compararon los registros pre y post-operatorios de ambos ojos.

2.6 Procedimientos histopatológicos

Se enuclearon los ojos de los conejos en diferentes periodos del post-operatorio, eligiendo aleatoriamente diez y ocho (18) para estudio histopatológico con microscopio óptico. Se cortaron a lo largo del plano antero-posterior horizontal, después de su fijación durante 48 horas con formol neutro, y se incluyeron en parafina. Cortes a 6 micras. Se colorearon con hematoxilina-eosina y ácido peryódico de Schiff 18 ojos, 12 intervenidos quirúrgicamente con metilcelulosa y 6 testigos.

3. RESULTADOS Y COMENTARIOS

3.1 Observaciones in vitro

Comparativamente, la metilcelulosa era tan transparente como el vítreo de conejo; sin embargo, se pudieron observar algunas partículas en suspensión de metilcelulosa. Se utilizó una cánula gruesa No. 16, con la cual había cierta dificultad al inyectar las concentraciones altas (4.0%, 4.5%, 5.0%, 5.5%). En todas las diluciones la cohesividad fue adecuada. Cuando se mezcló con vítreo

de conejo, ésta permaneció transparente y cuando se hizo con sangre, se enturbió tomando un color rojizo. Al mezclar in vitro metilcelulosa y vítreo de conejo con glóbulos rojos, se observó que tanto en este último como en las diluciones de 1% y 2% de la metilcelulosa se producían modificaciones en la forma globular de los hematíes. Soluciones más altas de metilcelulosa producían hemólisis.

En la tabla 1 se describen el índice de refracción, Ph y tensión superficial de diferentes nuestras de metilcelulosa y silicona.

TABLA 1
Análisis de muestras.

Identificación de las muestras	Índice de refracción a 19°C	Ph*	Tensión superficial† (dinas/cm)
No. 1 (2%)	1.3385	6.5	150.5
No. 2 (4%)	1.3425	6.5	1169.7
No. 3 (3%)	1.3400	9.0	1146.0
No. 4 (5%)	1.3430	6.5	1147.3
No. 5 (2%)	1.3385	6.5	1140.5
No. 6 (2%)	1.3385	7.0	1143.0
No. 7 (1%)	1.3370	7.0	1140.5
No. 8 (2%)	1.3385	7.0	1142.0
Silicona	1.4080	6.0	1137.0

* Los Ph fueron determinados con papel indicador universal (rango menor 0.5).

† Valores aproximados debido al pequeño volumen de las muestras.

Como se puede analizar, se observa que la concentración no influye en la tensión superficial, ésta es diferente aún en concentraciones similares de metilcelulosa. La silicona presenta la menor tensión superficial al medirla con relación al aire; si se realizara con agua, su tensión sería alta comparativamente con la metilcelulosa ya que ésta última es soluble en agua. El Ph fue muy semejante entre las muestras de metilcelulosa y silicona, no siendo así para el índice de refracción en donde el de la silicona es el más alto.

3.2 Observaciones in vivo

3.2.1 Hallazgos clínicos

Se evaluaron clínicamente los ojos de los conejos en estudio previo a la cirugía. El seguimiento post-operatorio se realizó con controles a las 24, 48 y 72

METILCELULOSA COMO SUSTITUTO VITREO

horas, a los 10 días, 15, 30, 60, 90, 180, 270 y 360 días. Los conejos fueron sacrificados en diferentes períodos del post-operatorio. El primero se mató a los 10 días; luego se sacrificaron dos al mes, 4 a los 3 meses, 4 a los seis meses, 4 a los nueve meses y 3 al año de operados.

La tabla 2 corresponde a la distribución de los 18 conejos dentro del experimento, las diferentes concentraciones inyectadas de metilcelulosa y el tipo de testigo utilizado por conejo.

TABLA 2
Distribución de los conejos en el experimento.

Concentraciones	2.0%	3.0%	4.0%	4.5%	5.0%	5.5%	Total
Ojo derecho:	Metilcelulosa						
	0.5-0.7 cc						
Ojo izquierdo: (Testigo)	Ringer 0.1	1	1	1	1	1	6
Ojo derecho:	Metilcelulosa						
	0.5-0.7 cc						
Ojo izquierdo: (testigo)	Ojo sin cirugía 2	2	2	2	2	2	12
No. de conejos	3	3	3	3	3	3	18

3.2.2 Complicaciones

Las complicaciones se dividieron en intra-operatorias y las post-operatorias.

3.2.2.1 Complicaciones intra-operatorias

Las principales complicaciones intraoperatorias fueron el sangrado en el sitio de la esclerotomía y el desgarro de la esclera en el sitio de cierre de la esclerotomía.

3.2.2.2 Complicaciones post-operatorias

Durante el post-operatorio se realizó en cada control un examen de ambos ojos de los conejos en experimentación. Se efectuó con lámpara de hendidura para revisión de estructuras externas, segmento anterior y posterior. Este último también se complementó con oftalmoscopia directa e indirecta. La medición de la presión intraocular se tomó con el tonómetro de Goldman.

En los gráficos uno y dos se pueden observar las medidas de las presiones de ambos ojos post-operatoriamente, a las 24 y 48 horas después de la cirugía.

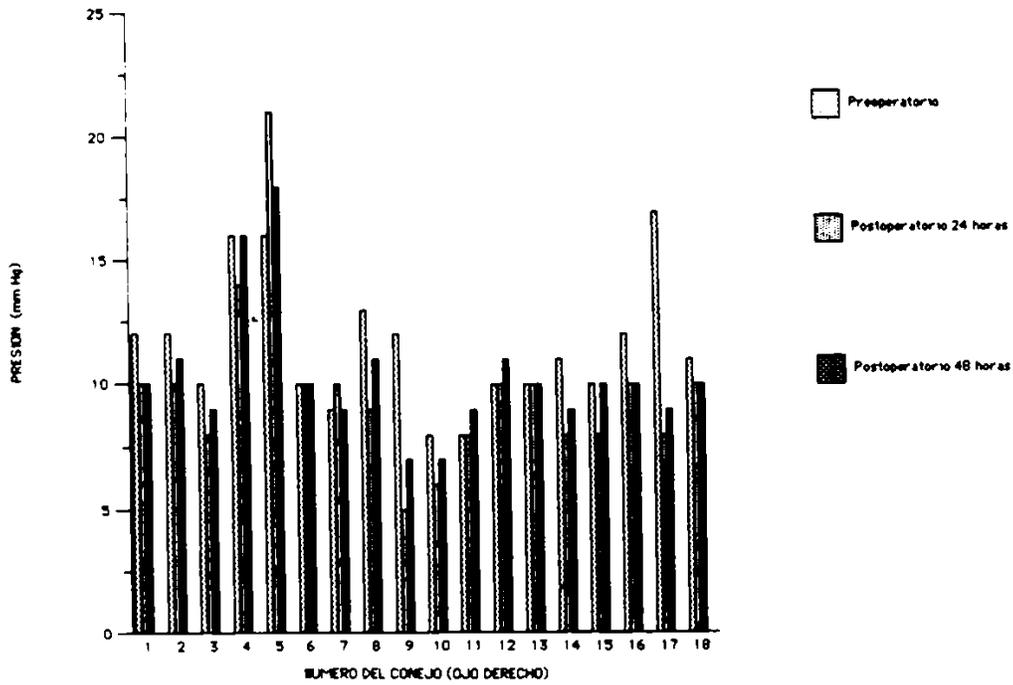


GRAFICO 1

Presiones intraoculares comparativas en el ojo derecho.

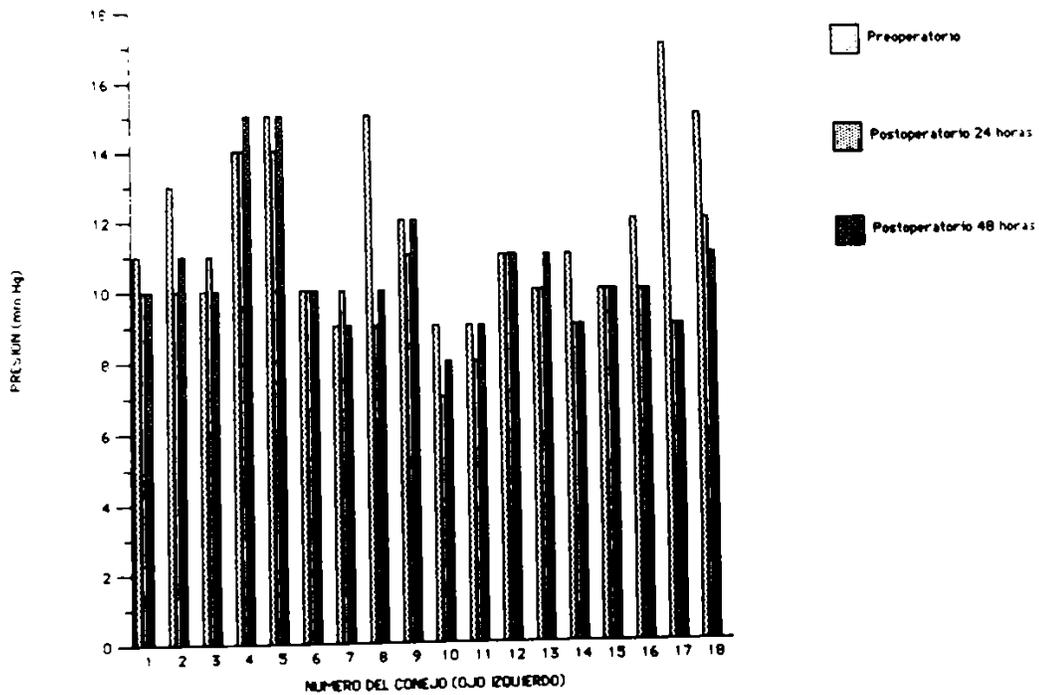


GRAFICO 2

Presiones intraoculares comparativas en el ojo izquierdo.

METILCELULOSA COMO SUSTITUTO VITREO

Según el esquema, no se encuentra un alza significativa entre la presión intraocular del pre-operatorio y la del post-operatorio a las 24 y 48 horas. Se encontró hipertensión en un solo caso de inyección de metilcelulosa al 3% el cual cursó con reacción inflamatoria de cámara anterior, pero ésta cedió espontáneamente al segundo día. En el post-operatorio reciente (24 horas), se observa un leve descenso de la presión intraocular en el ojo con metilcelulosa y en algunos testigos, la cual se recupera posteriormente.

En la tabla 3 se encuentran clasificadas por conejo con su número respectivo, las complicaciones del post-operatorio referentes al segmento anterior y posterior según la concentración inyectada de metilcelulosa. Es de anotar que éstas se presentaron en su mayoría en el ojo en el cual se introdujo la sustancia en estudio.

COMPLICACIONES POST-OPERATORIAS POR CONEJO	CONCENTRACIONES			INYECTADAS		
	2 %	3 %	4 %	4.5 %	5 %	5.5 %
SEGMENTO ANTERIOR						
CONJUNTIVITIS			7			
INYECCION CILIAR		5	7			
EDEMA CORNEAL		5				
FIBRINA EN C A		5				
OPACIDADES EN CRISTAL				10		16 (AO)
CATARATA			8			17
RUBEOSIS DEL IRIS						17
SEGMENTO POSTERIOR						
D.R. REGMAT. LOCALIZ			7	10 - 11		
D.R. REGMAT. GRALIZ						17
D.R. NO REGMATOG						
PRECIPITADOS EN VITREO		5	7 - 9	12	12	16-17-18
HEMORRAGIA VITREA				10	13 - 14	
BANDAS VITREAS				11		

■ LOS DIGITOS CORRESPONDEN A LA NUMERACION DE CADA CONEJO EN EL EXPERIMENTO

TABLA 3

Complicaciones en el post-operatorio.

3.2.2.2.1 Segmento anterior

En el post-operatorio reciente se observó inyección ciliar en dos ojos; uno coincidió con una conjuntivitis purulenta; y el otro cursó con edema de córnea y tindall hemático en cámara anterior; en ambos desapareció al curarse el estado inflamatorio. No se detectó en ningún ojo presencia de metilcelulosa en cámara anterior. Hubo catarata traumática en dos ojos. Una de ellas, se hizo intumesciente al día siguiente de la cirugía, en el segundo al quinto día post-operatorio. En dos conejos se presentaron opacidades que no evolucionaron a catarata. Estas fueron una en cuña y la otra cortical posteroinferior de ambos ojos, tanto en el ojo con la sustancia en estudio como en el testigo. La opacidad posteroinferior del ojo con metilcelulosa fue detectada en la revisión de los 30 días y se podía observar detrás de la opacidad el trayecto de la aguja con acúmulos de metilcelulosa en vítreo. Las opacidades descritas fueron producidas por trauma sobre el cristalino en el acto quirúrgico con la cánula. De hecho, se anotó en dos de estas cirugías exceso de trauma.

Se observó rubeosis tardía en un conejo, en el cual ya se había desarrollado catarata traumática y desprendimiento de retina. (Ver fotos 1 y 2).

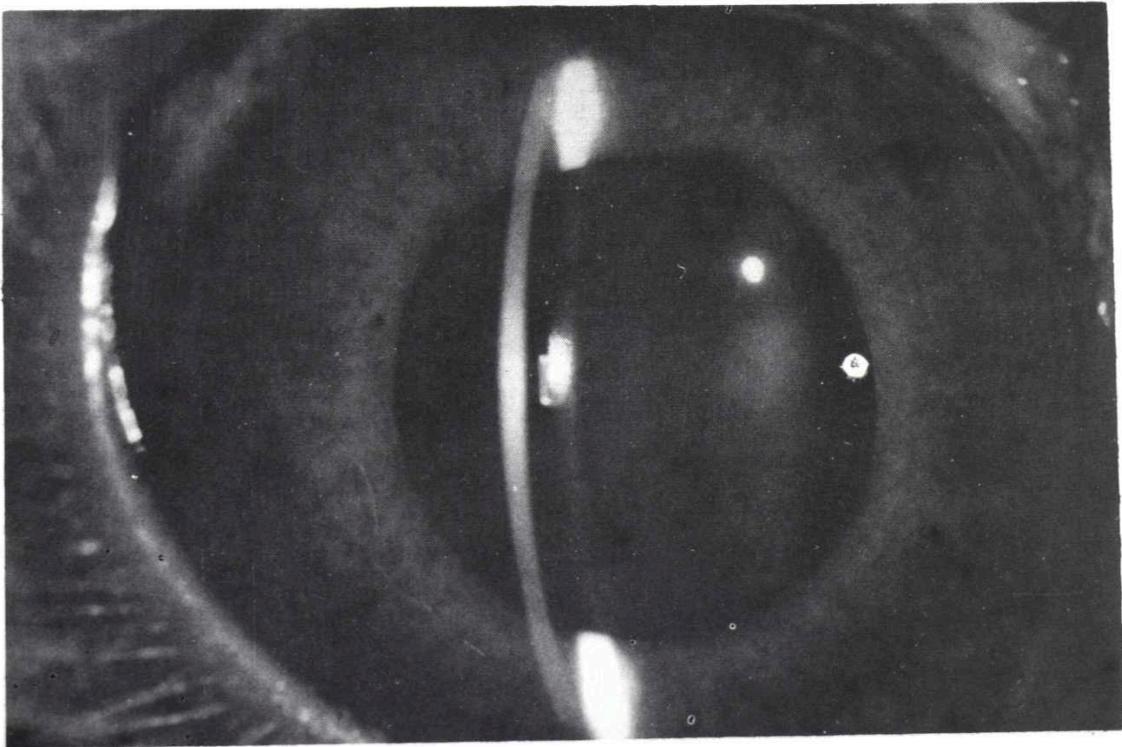


FOTO 1

Segmento anterior (hendidura) al tercer día post-operatorio de inyección de metilcelulosa al 2%.

METILCELULOSA COMO SUSTITUTO VITREO

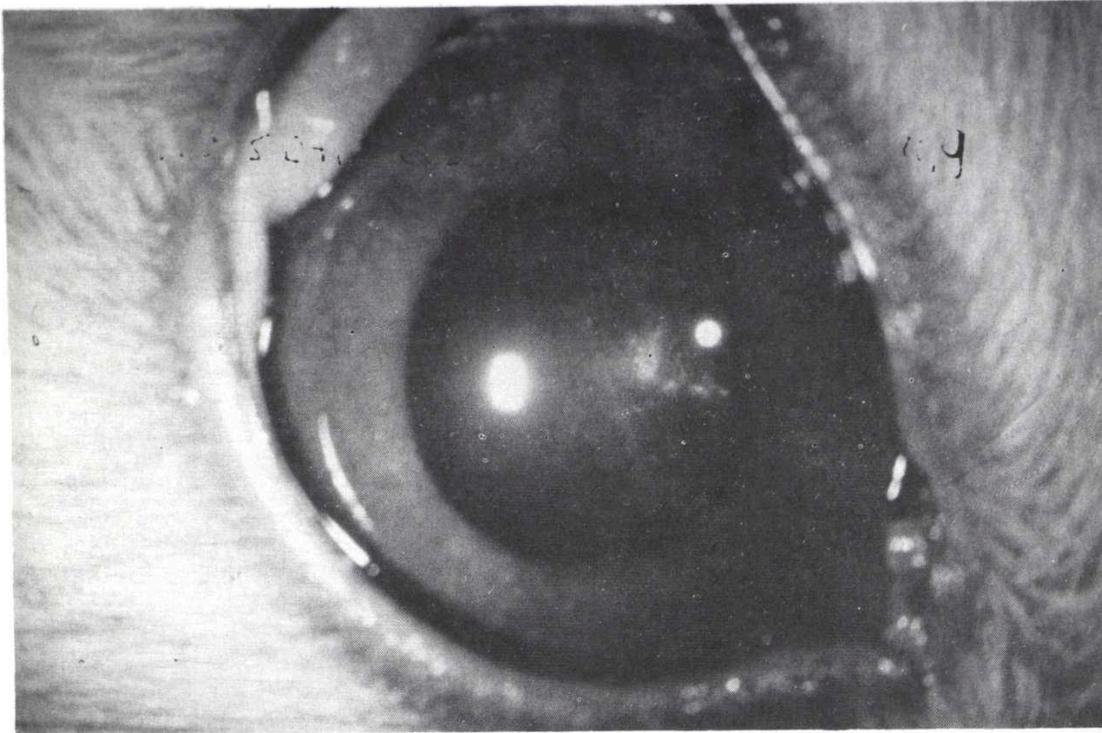


FOTO 2

Opacidad lineal cristalina con acúmulos de metilcelulosa en trayecto de cánula.

3.2.2.2.2 Segmento posterior

Inicialmente en el post-operatorio se observó la metilcelulosa formando grandes burbujas a nivel del polo posterior, las cuales se iban reduciendo de tamaño al pasar los días. Posteriormente, se observaba en forma de acúmulos o precipitados en el área retrocristaliniana; algunos de ellos estaban en contacto con la cápsula posterior o inferiores en forma de precipitados sobre la retina. Estas formaciones coincidieron con la inyección de concentraciones de metilcelulosa superiores al 3%. Las complicaciones a nivel del vítreo y la retina tales como desprendimiento de retina, bandas vítreas y hemorragia vítrea, fueron todas ellas producidas por defectos en la técnica quirúrgica. Se produjo desprendimiento total de la retina en un ojo y localizado en 3 ojos; uno de estos últimos era un ojo testigo; todos se formaron a partir del sitio de la esclerotomía ya que ésta se realizó sobre la retina por las condiciones anatómicas del ojo del conejo. Tampoco se había realizado criopexia o diatermia previa a la cirugía. (Ver foto 3).

3.3 Electro-retinografía

En los controles electro-retinográficos pre-operatorios y post-operatorios no se encontró ninguna diferencia significativa en los registros, entre los ojos con la

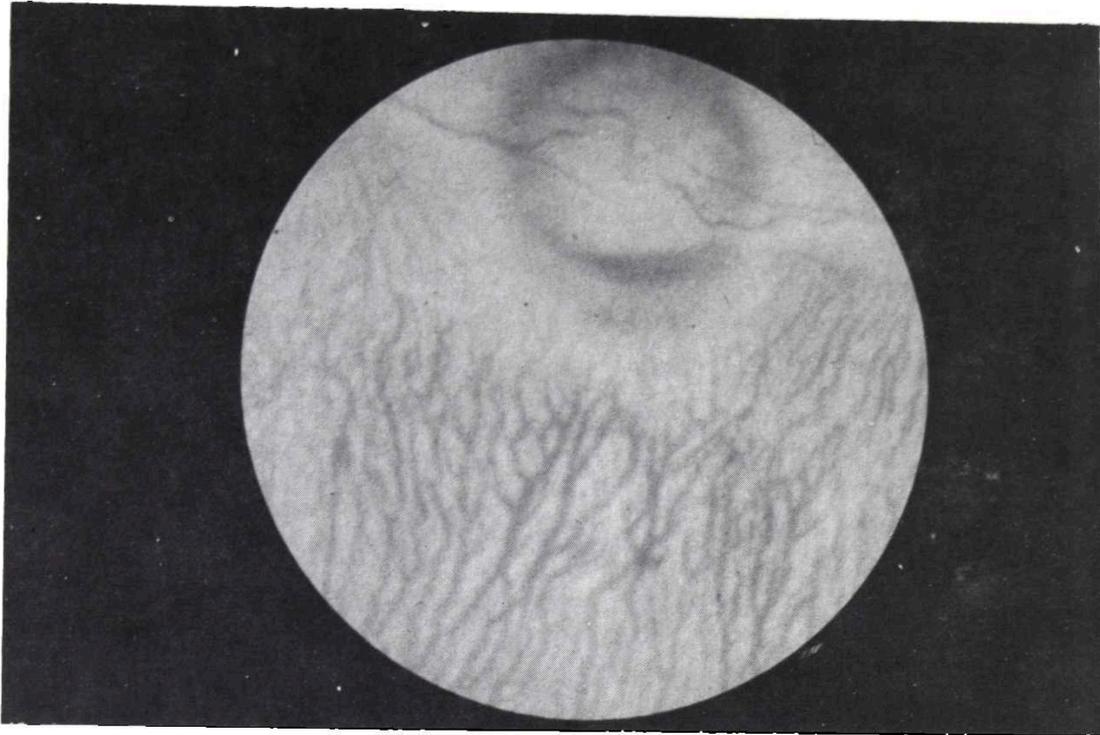


FOTO 3

Fondo de ojo de un conejo albino. Inyección de metilcelulosa al 3%. Nótese la transparencia de los medios al mes post-operatorio.

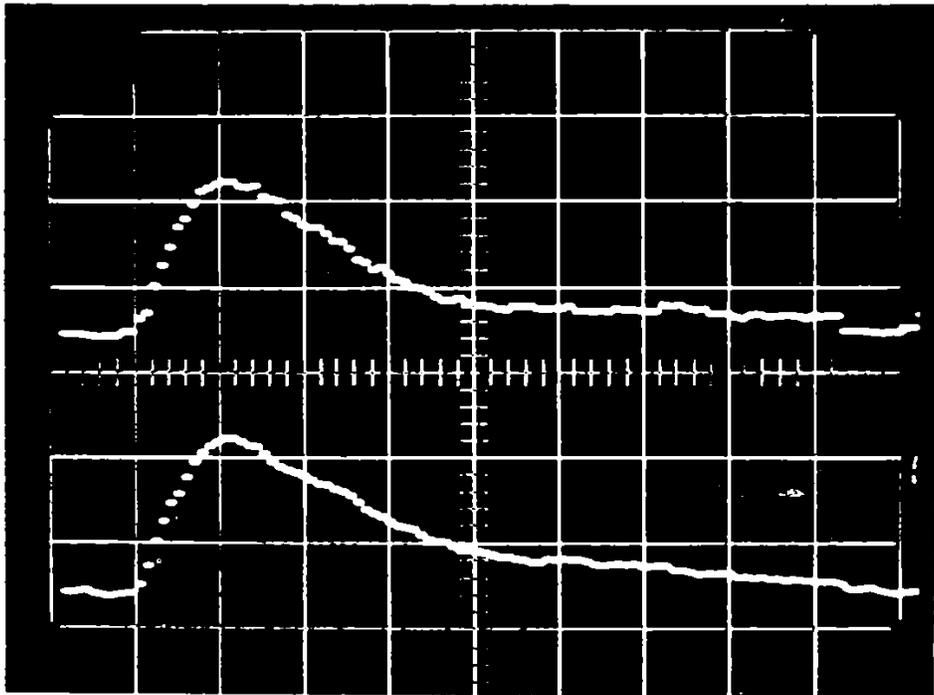
sustancia en estudio y los controles. Cuando se presentó complicación post-operatoria a nivel de retina o vítreo, como desprendimiento total o bandas vítreas, se observó aplanamiento o disminución de la onda b y aumento del tiempo implícito.

A continuación se observan los registros electro-retinográficos pre-operatorios y los post-operatorios a los tres meses, pertenecientes a un conejo al que se le inyectó metilcelulosa al 2% en un ojo y en otro Solución de Ringer. (Ver registros A y B).

3.4 Estudio histopatológico

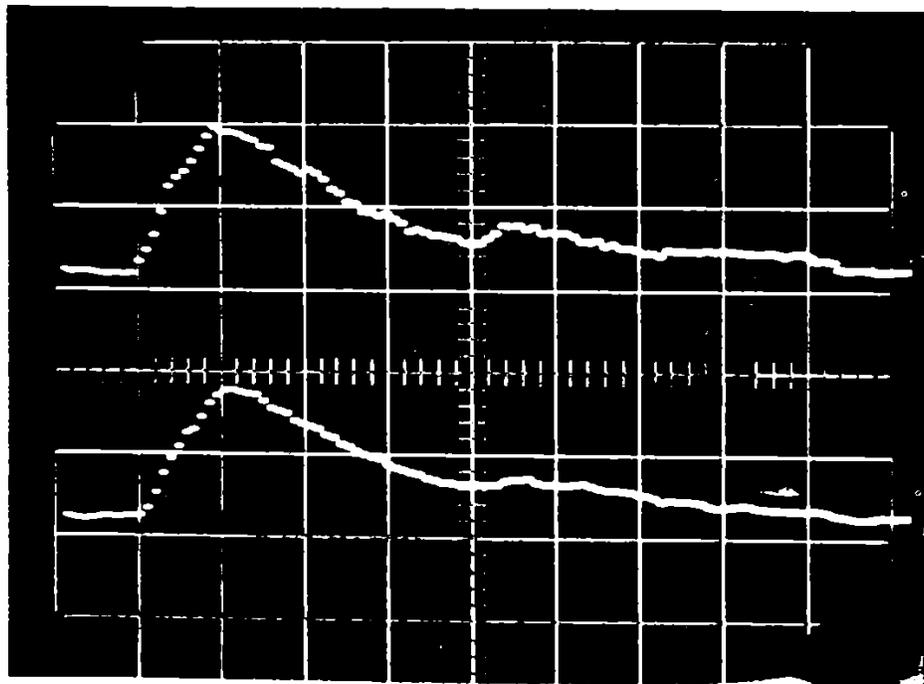
Al revisar las placas histopatológicas procedentes de los globos oculares enucleados se encontró: córnea con epitelio, estroma y endotelio sin alteración en ningún caso; cámara anterior sin evidencia de proceso inflamatorio. Iris, con integridad en sus estructuras sin signos de inflamación excepto en unos cortes de un caso documentado clínicamente que mostró rubeosis e infiltración inflamatoria moderada a base de linfocitos. Se observó catarata, en un globo

METILCELULOSA COMO SUSTITUTO VITREO



REGISTRO A

Pre-operatorio: amplitud de la onda b en ambos ojos, es de 72 mv; tiempo implícito en ambos ojos es de 36 msgs; onda e con buena actividad.



REGISTRO B

Pre-operatorio: amplitud de la onda b en el ojo derecho 72 mv, y en el ojo izquierdo 70 mv; tiempo implícito en el ojo derecho 36 msgs y en el ojo izquierdo 40 msgs; onda e con buena actividad.

ocular en el cual ya se había anotado este hallazgo en el post-operatorio. En la mayoría de los cortes, se encontró la cavidad vítrea con escaso contenido, ya que éste se había perdido en el procesamiento de las piezas. En cortes de 2 ojos diferentes, se observaron pequeñas burbujas de un material semejante al vítreo el cual parecía corresponder a la metilcelulosa; ambos casos llevaban 2 y 3 meses de post-operatorio. En ningún ojo se encontró reacción inflamatoria en vítreo. En los cortes del globo que presentaba iritis y rubeosis, se observó metilcelulosa por detrás del desprendimiento de retina. No fue posible identificar los acúmulos de metilcelulosa que fueron descritos en el examen clínico. La retina se encontró íntegra en casi todos los casos analizados, excepto en el mencionado anteriormente con desprendimiento, que mostraba un estado de fibrosis avanzado. No había alteración en ninguna de las capas de la retina, como tampoco atrofia del área de fotorreceptores. Epitelio pigmentario intacto. Coroides libre de reacción inflamatoria o cambios vasculares. Nervio óptico sano. Esclera sana. Finalmente se puede decir que hubo una correlación entre los hallazgos clínicos e histopatológicos en los globos oculares que habían tenido complicaciones en el post-operatorio. No hubo evidencia de alteraciones estructurales ni cambios que se pudieran atribuir al efecto tóxico de la metilcelulosa intravítrea. La apariencia histopatológica fue muy similar entre los ojos inyectados con metilcelulosa y los utilizados como controles. (Ver foto 4).

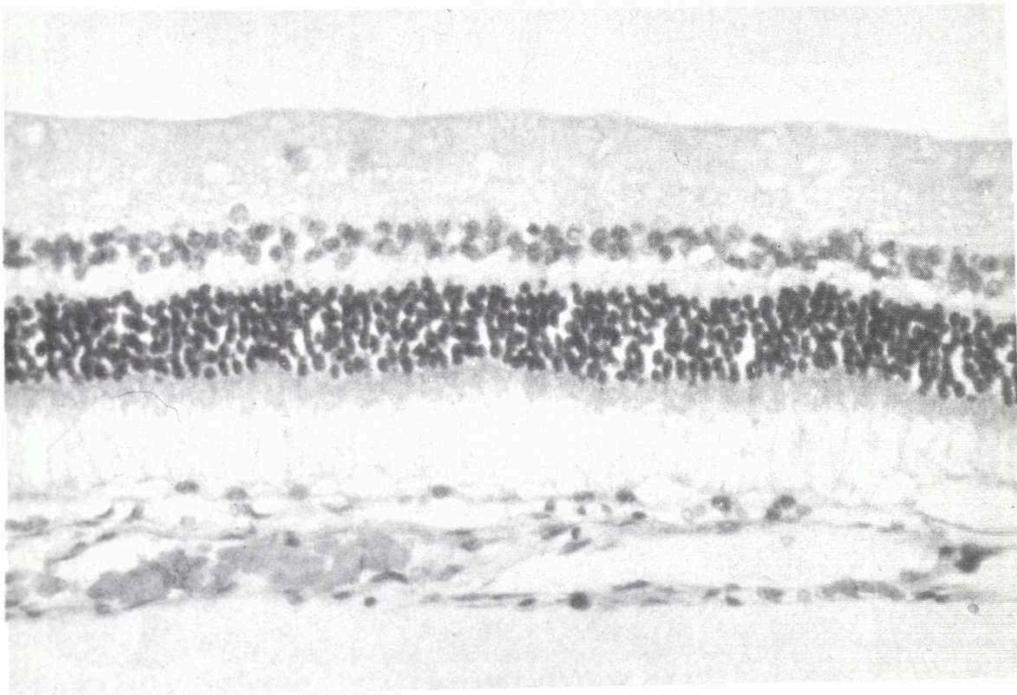


FOTO 4

Corte de retina, interpretada como normal a los dos meses del post-operatorio de inyección de metilcelulosa al 4% (tinción hematoxilina-eosina, X 288).

4. DISCUSION

Se presenta un informe preliminar sobre un sustituto vítreo, la metilcelulosa. Su estudio mostró según pruebas in vitro y en vivo que la concentración más tolerada fue la del 2% (viscosidad 4.000 centipoises). Esto fue corroborado por su fácil preparación e inyección; siempre permaneció transparente, con concentraciones mayores se observó inicialmente burbujas y luego formación de acúmulos, los cuales fueron desapareciendo con el tiempo. La formación de acúmulos se puede atribuir a la falta de filtración inicial del producto.

En ningún caso hubo evidencia de toxicidad intraocular de la sustancia en investigación. Esto fue comprobado desde el punto de vista clínico, patológico y electrofisiológico.

El mayor número de complicaciones que se presentaron en el post-operatorio se localizaron en cristalino, retina y vítreo. Ellas fueron cataratas, las cuales siempre aparecieron tempranamente y en cirugías traumáticas. Los desprendimientos de retina se iniciaron a partir de las esclerotomías por no haberse practicado una criopexia previa, pero en su mayoría permanecieron localizados. Es posible que la misma sustancia contribuyera a no dejar avanzar estos desprendimientos. En algunos casos se observaron bandas vítreas enclavadas en la esclerotomía. Cuando se mezcló la metilcelulosa con sangre, se producía gran opacificación vítreo.

En términos generales, la metilcelulosa a bajas concentraciones demostró ser una sustancia inerte, bien tolerada y que no perdía transparencia. La metilcelulosa al hacer interfase con otra sustancia líquida, pierde su tensión superficial, no favoreciendo el bloqueo de agujeros retinianos en desprendimientos de retina, debido a que la única fuerza que impide el paso de ésta a través del agujero es su viscosidad; tampoco sirve para la disección de membranas. Es posible que su utilidad en cirugía de retina sea la manipulación mecánica de los desgarros gigantes^{5, 28}. Es en este punto donde posiblemente la metilcelulosa cumpla una función como sustancia viscosa^{5, 7}. Esto mismo se dice del ácido hialurónico⁵, el cual se encuentra dentro del grupo de las sustancias viscoelásticas^{5, 7}, comportándose similarmente a la metilcelulosa, con la desventaja de tener un alto costo. Por el contrario, el aceite de silicona, teniendo una buena tensión superficial⁵, es útil en disección de membranas y en el bloqueo de agujeros, pero en espacios regulares y cuando la retina está reaplicada⁵. Los gases pueden bloquear desgarros en espacios irregulares y dependiendo de la posición del desgarro; tienen desventajas como la baja agudeza visual en el

post-operatorio inmediato, y la toxicidad relacionada con el endotelio corneal y el cristalino, además del período limitado de duración intraocular⁵.

En conclusión, se presenta un informe preliminar sobre un sustituto vítreo el cual no cumple con todas las características de un sustituto ideal. La metilcelulosa debe seguirse estudiando y evaluando antes de recomendar su empleo intravítreo en humanos.

BIBLIOGRAFIA

1. ARON, ROSE, D., COHN, H. W., et al. *Methylcellulose instead of healon in extracapsular surgery with intraocular lens implantation*. *Ophthalmology* 90: 1235, 1983.
2. CIBIS, P. A., BECKER, B., OKUN, E. et al. *The use of liquid silicone in retinal detachment surgery*. *Arch Ophthalmol.* 68: 590, 1962.
3. CONSTABLE, I., SWANN, D. *Vitreous substitution with gases*. *Arch Ophthalmol.* 93: 416, 1975.
4. CHAN, I., TOLENTINO, F., et al. *Vitreous substitute*. Experimental studies and review. *Retina* 4: 51, 1984.
5. DE JUAN, F., et al. *Intraocular tamponade and surface tension*. *Surv Ophthalmol.* 30: 47, 1985.
6. DEUTCH, S. *Vitreous aspiration and replacement with cerebrospinal fluid*. *Am. J. Ophthalmol.* 37: 234, 1954.
7. EISNER, G. *General considerations concerning viscous materials in ophthalmic surgery*. *Trans.Ophthalmol. Soc. U K,* 103:247, 1983.
8. FLEMING, T. C., MERRILL, D., GIRARD, L. *Studies of irritating action of methylcellulose*. *Arch. Ophthalmol.* 61: 565, 1959.
9. FRANÇOIS, J., VERBRAEKEN, H., VICTORIA-TRONCOSO, V. *Transplantation d'hyalocytes a près vitrectome par la pars plana*. *J. Franc. Ophthalmol.* 2: 459, 1972.
10. FRITZ, M. H. *The substitution of cerebrospinal fluid for vitreous clouded with opacities*. *Am. J. Ophthalmol.* 30: 979, 1947.
11. FECHNER, PAUL. *Methylcellulose. a viscous cushioning material in ophthalmic surgery*. *Trans. Ophthalmol. Soc. UK,* 103: 256, 1963.

METILCELULOSA COMO SUSTITUTO VITREO

12. HAAS, J. S., MERRILL, D. L. *The effect of methylcellulose on responses to solutions of pilocarpine.* Am. J. Ophthalmol. 54: 21, 1962.
13. HAVENER, W. H. *Ocular Pharmacology.* C. V. Mosby, St Louis, 1978.
14. HUDSON, J. R. *Vitreous replacement.* Trans. Ophthalmol. Soc. UK, 89: 41, 1969.
15. *Merk Official Monographs, USP XX: 387, 1984.*
16. JAFFE, NORMAN S. *The vitreous in clinical ophthalmology.* C. V. Mosby, St. Louis, 1969.
17. MIRUS, J. L. *Methylcellulose solution for ophthalmic use.* Arch. Ophthalmol. 46: 664, 1951.
18. MICHELS, R. G., MACHEMER, R. MULLER-JENSEN, K. *Vitreous surgery: History and current concepts.* Ophthalmic Surg. 5: 13, 1974.
19. MUIÑOS, A., BONAFONTE, S., IGLESIAS, E. *Cirugía del vítreo.* Editorial Jims, S. A., Barcelona, 1982.
20. OBER, RICHARD, et al. *Experimental retinal tolerance to liquid silicone.* Retina 3: 77, 1983.
21. OOSTERHUIS, J. A., et al. *Polygeline as a vitreous substitute: I. Observations in rabbits.* Arch. Ophthalmol. 76: 258, 1966.
22. OOSTERHUIS, J. A. *Plygeline as a vitreous substitute: II. Results.* Arch. Ophthalmol. 76: 374, 1966.
23. PEYMAN, G. A., VYGANTAS, C., BENNETT, T. *Octafluorocyclobutane in vitreous and aqueous humor replacement.* Arch. Ophthalmol. 93: 514, 1975.
24. PRINCE, J. H. *The rabbit in eye research.* Charles C. Thomas, Springfield, 1964.
25. PRUETT, R., SCHEPENS, C., SWANN, D. *Hyaluronic acid vitreous substitute. A six year clinical evaluation.* Arch. Ophthalmol. 97: 2325, 1979.
26. REYNOLDS, J. "*Martindale*". *The extra pharmacopoeia.* Ed. 28, The Pharmaceutical Press, London, 1982.
27. SCOTT, J. D. *A rationale for the use of liquid silicone.* Trans. Ophthalmol. Soc. UK, 97: 235, 1977.
28. SCOTT, J. *The use of viscoelastic materials in the posterior segment.* Trans Ophthalmol. Soc. UK, 103: 280, 1983.
29. SCHEPENS, CHARLES. *Retinal detachment and allied diseases.* W. B. Saunders Philadelphia, 1983.
30. SWANN, K. C. *The use of methylcellulose in ophthalmology.* Arch. Ophthalmol. 33: 378, 1945.