

**ACTA DE EVALUACIÓN DE LA TESIS DOCTORAL**

Año académico 2018/19

DOCTORANDO: **OPAZO TORO, VALERIA CONSTANZA**  
D.N .I./PASAPO RTE: \*\*\*\*1086F

PROGRAMA DE DOCTORADO: **D420-CIENCIAS DE LA SALUD**  
DPTO. COORDINADOR DEL PROGRAMA: **BIOLOGÍA DE SISTEMAS**  
TITULACIÓN DE DOCTOR EN: **DOCTOR/A POR LA UNIVERSIDAD DE ALCALÁ**

En el día de hoy 21/11/18, reunido el tribunal de evaluación nombrado por la Comisión de Estudios Oficiales de Posgrado y Doctorado de la Universidad y constituido por los miembros que suscriben la presente Acta, el aspirante defendió su Tesis Doctoral, elaborada bajo la dirección de **LORENZO LÓPEZ GUAJARDO // JAVIER BENÍTEZ HERREROS**.

Sobre el siguiente tema: *ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DE LAS ESCLEROTOMÍAS SIN SUTURAS TRAS VITRECTOMÍA MICROINCISIONAL. EFECTO DE LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO TISULAR BIOLÓGICO Y SINTÉTICO SOBRE LA CAPACIDAD DE CIERRE INCISIONAL*

Finalizada la defensa y discusión de la tesis, el tribunal acordó otorgar la CALIFICACIÓN GLOBAL<sup>3</sup> de (**no apto, aprobado, notable y sobresaliente**): SOBRESALIENTE

Alcalá de Henares, 21 de Noviembre de 2018

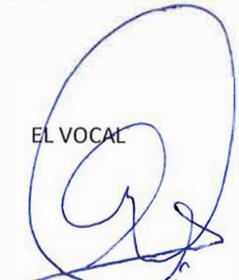
EL PRESIDENTE

  
Fdo.: M. Tor

EL SECRETARIO

  
Fdo.: J. Donato

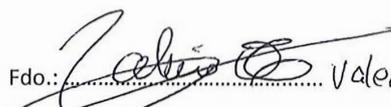
EL VOCAL

  
Fdo.: J. Ascasa

Con fecha 17 de diciembre de 2018 la Comisión Delegada de la Comisión de Estudios Oficiales de Posgrado, a la vista de los votos emitidos de manera anónima por el tribunal que ha juzgado la tesis, resuelve:

- Conceder la Mención de "Cum Laude"  
 No conceder la Mención de "Cum Laude"

FIRMA DEL ALUMNO,

  
Fdo.: Valeria Opaazo Toro

La Secretaria de la Comisión Delegada



<sup>3</sup> La calificación podrá ser "no apto" "aprobado" "notable" y "sobresaliente". El tribunal podrá otorgar la mención de "cum laude" si la calificación global es de sobresaliente y se emite en tal sentido el voto secreto positivo por unanimidad.

INCIDENCIAS / OBSERVACIONES:



Universidad  
de Alcalá

COMISIÓN DE ESTUDIOS OFICIALES  
DE POSGRADO Y DOCTORADO

En aplicación del art. 14.7 del RD. 99/2011 y el art. 14 del Reglamento de Elaboración, Autorización y Defensa de la Tesis Doctoral, la Comisión Delegada de la Comisión de Estudios Oficiales de Posgrado y Doctorado, en sesión pública de fecha 17 de diciembre, procedió al escrutinio de los votos emitidos por los miembros del tribunal de la tesis defendida por *OPAZO TORO, VALERIA CONSTANZA*, el día 21 de noviembre de 2018, titulada *ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DE LAS ESCLEROTOMÍAS SIN SUTURAS TRAS VITRECTOMÍA MICROINCISIONAL. EFECTO DE LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO TISULAR BIOLÓGICO Y SINTÉTICO SOBRE LA CAPACIDAD DE CIERRE INCISIONAL*, para determinar, si a la misma, se le concede la mención "cum laude", arrojando como resultado el voto favorable de todos los miembros del tribunal.

Por lo tanto, la Comisión de Estudios Oficiales de Posgrado **resuelve otorgar** a dicha tesis la

**MENCIÓN "CUM LAUDE"**

Alcalá de Henares, 18 de diciembre de 2018

EL VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA



*F. Javier de la Mata*

F. Javier de la Mata de la Mata

**Copia por e-mail a:**

Doctorando: OPAZO TORO, VALERIA CONSTANZA

Secretario del Tribunal

Directores de Tesis: LORENZO LÓPEZ GUAJARDO // JAVIER BENÍTEZ HERREROS





Universidad  
de Alcalá

ESCUELA DE DOCTORADO  
Servicio de Estudios Oficiales de  
Posgrado

DILIGENCIA DE DEPÓSITO DE TESIS.

Comprobado que el expediente académico de D./D<sup>a</sup> \_\_\_\_\_  
reúne los requisitos exigidos para la presentación de la Tesis, de acuerdo a la normativa vigente, y habiendo  
presentado la misma en formato:  soporte electrónico  impreso en papel, para el depósito de la  
misma, en el Servicio de Estudios Oficiales de Posgrado, con el nº de páginas: \_\_\_\_\_ se procede, con  
fecha de hoy a registrar el depósito de la tesis.

Alcalá de Henares a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 \_\_\_\_\_

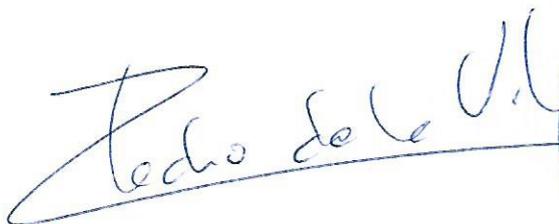


Fdo. El Funcionario

Dr. D. Pedro de la Villa Polo, Coordinador de la Comisión Académica del Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud.

**INFORMA** que la Tesis Doctoral titulada **ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DE LAS ESCLEROTOMÍAS SIN SUTURAS TRAS VITRECTOMÍA MICROINCISIONAL. EFECTO DE LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO TISULAR BIOLÓGICO Y SINTÉTICO SOBRE LA CAPACIDAD DE CIERRE INCISIONAL** presentada por **D<sup>a</sup> VALERIA CONSTANZA OPAZO TORO**, bajo la dirección de los Doctores. D. Lorenzo López Guajardo y D. Javier Benítez Herrero reúne los requisitos científicos de originalidad y rigor metodológicos para ser defendida ante un tribunal. Esta Comisión ha tenido también en cuenta la evaluación positiva anual del doctorando, habiendo obtenido las correspondientes competencias establecidas en el Programa.

Para que así conste y surta los efectos oportunos, se firma el presente informe en Alcalá de Henares a 23 de marzo de 2018.


Fdo.: Pedro de la Villa Polo



**D. Lorenzo López Guajardo**, Doctor en Medicina y Cirugía por la Universidad de Alcalá y Profesor Asociado del Departamento de Cirugía, Ciencias Médicas y Sociales de la Facultad de Medicina de la Universidad de Alcalá, y **D. Javier Benítez Herreros**, Doctor en Medicina y Cirugía por la Universidad de Alcalá.

**CERTIFICAN** que han dirigido el estudio titulado “**Estudio experimental de la resistencia mecánica de las esclerotomías sin suturas tras vitrectomía microincisional. Efecto de la aplicación de pegamento tisular biológico y sintético sobre la capacidad de cierre incisional**” realizado por **Doña Valeria Constanza Opazo Toro**, y que una vez revisado, consideran reúne los requisitos para su defensa y aprobación como Tesis Doctoral.

---

Y para que así conste, expiden y firma la presente certificación el Alcalá de Henares, a 20 de Marzo de 2018.

LOS DIRECTORES DE LA TESIS

Fdo. Dr. L. López Guajardo

Fdo. Dr. J. Benítez Herreros



**Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud**

**ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA  
RESISTENCIA MECÁNICA DE LAS  
ESCLEROTOMÍAS SIN SUTURAS TRAS  
VITRECTOMÍA MICROINCISIONAL.  
EFECTO DE LA APLICACIÓN DE  
PEGAMENTO TISULAR BIOLÓGICO Y  
SINTÉTICO SOBRE LA CAPACIDAD DE  
CIERRE INCISIONAL**

---

Tesis Doctoral presentada por:

**VALERIA CONSTANZA OPAZO TORO**

2018



**Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud**

**ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA  
RESISTENCIA MECÁNICA DE LAS  
ESCLEROTOMÍAS SIN SUTURAS TRAS  
VITRECTOMÍA MICROINCISIONAL.  
EFECTO DE LA APLICACIÓN DE  
PEGAMENTO TISULAR BIOLÓGICO Y  
SINTÉTICO SOBRE LA CAPACIDAD DE  
CIERRE INCISIONAL**

---

Tesis Doctoral presentada por:

**VALERIA CONSTANZA OPAZO TORO**

Directores

**Dr. LORENZO LÓPEZ GUAJARDO**

**Dr. JAVIER BENÍTEZ HERREROS**

Alcalá de Henares 2018





*A mi familia, la de sangre y la de la vida.*

## AGRADECIMIENTOS

---

Al Dr. Javier Benítez Herreros, director de la tesis, por su trabajo, apoyo y dedicación constante a este proyecto. Sin su inestimable consejo y esfuerzo no habría sido posible la realización de esta tesis.

Al Dr. Lorenzo López Guajardo, tutor de la tesis, por sus enseñanzas en el campo de la oftalmología y por la confianza de darme la oportunidad de participar en este proyecto e involucrarme en el mundo de la investigación.

A todos los compañeros del Servicio de Oftalmología del Hospital Universitario Príncipe de Asturias de los que he aprendido tanto de la especialidad y que me han acompañado durante estos primeros pasos como oftalmóloga.

A todas las personas que han contribuido y me han apoyado durante la elaboración de la tesis.

## SUMMARY

---

**PURPOSE:** To assess the influence that biologic and synthetic adhesives (tissucol and cyanoacrylate respectively) applied on the conjunctiva overlying the sclerotomy site may have on incisional competency after transconjunctival sutureless vitrectomy (TSV).

**MATERIAL AND METHODS:** Experimental, randomized and observer-masked study in which 23-gauge TSV was performed in 228 cadaveric pig eyes. Once each vitrectomy was finished in 76 of the operated eyes, tissucol was applied on the conjunctiva placed over one of the superior sclerotomy site, whereas no maneuver was performed over the other superior incision. In other 76 eyes, once vitrectomy was performed, cyanoacrylate glue was used to close one of the superior incision site, whereas no maneuver was performed on the other superior sclerotomy. In the last 76 eyes, tissucol was applied on one of the superior sclerotomy site whereas cyanoacrylate glue was used over the other superior sclerotomy. Intraocular pressure (IOP) was gradually increased by means of the vitrectomy system (Accurus; Alcon Laboratories, TX) until one of the superior sclerotomies opened, allowing internal ocular solution to scape.

**CONCLUSIONS:** The application of tissucol and cyanoacrylate glue on sutureless sclerotomies have demonstrated to be, in our experimental model, effective methods for increasing the sclerotomy closure resistance. Due to the similar closure effect achieved by tissucol and cyanoacrylate, the use of the biologic adhesive may be more appropriate, given that it is well known that tissucol is better tolerated than cyanoacrylate glue. Our study is the first to analyze the response of sclerotomies treated with adhesives to IOP increases.

# ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
<b>I.1 EL OJO O GLOBO OCULAR.....</b>	<b>12</b>
I. 1.1 Anatomía Ocular .....	13
I.1.1.1 Conjuntiva .....	13
I.1.1.2 Cápsula de Tenon .....	14
I.1.1.3 Esclera .....	14
I.1.1.4 Coroides.....	15
I.1.1.5 Retina.....	15
I.1.1.6 Vítreo.....	17
<b>I.2 RESUMEN HISTÓRICO DEL TRATAMIENTO QUIRÚRGICO EN LA PATOLOGÍA RETINIANA.....</b>	<b>18</b>
<b>I.3.VITRECTOMÍA VÍA PARS PLANA .....</b>	<b>22</b>
I.3.1 Preparación preoperatoria .....	22
I.3.1.1 Consulta de pre anestesia.....	23
I.3.1.2 Tipos de Anestesia en cirugía de vitrectomía .....	24
I.3.1.3 Protocolo de antisepsia .....	25
I.3.2 Sistemas de visualización.....	26
I.3.2.1 Microscopio quirúrgico .....	26
I.3.2.2 Lentes quirúrgicas.....	27
I.3.3 Aparato de vitrectomía.....	29
I.3.3.1 Infusión.....	29
I.3.3.2 Vitreotomo.....	29
I.3.3.3 Iluminación .....	31
I.3.3.4 Otros instrumentos.....	32
I.3.4 Calibres de instrumentos de Vitrectomía .....	34
I.3.4.1 Vitrectomía 20 gauges .....	35
I.3.4.2 Vitrectomía de 23 y 25-gauge.....	37
I.3.4.3 Vitrectomía 27-gauge .....	43
I.3.5 Técnica quirúrgica.....	45
I.3.5.1 Incisiones .....	45
I.3.5.2 Vitrectomía .....	46
I.3.5.3 Cierre de esclerotomías.....	48
<b>I.4 FORMAS DE CIERRE DE LAS ESCLEROTOMIAS.....</b>	<b>49</b>
I.4.1 Suturas .....	49
I.4.2 La diatermia .....	50
I.4.3 Los pegamentos .....	52
I.4.3.1 Origen biológico .....	53
I.4.3.2 Pegamentos sintéticos .....	63
I.4.3.3 Otros pegamentos .....	70
<b>II. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS DEL TRABAJO .....</b>	<b>71</b>
<b>II.1 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.....</b>	<b>72</b>
<b>II.2 HIPÓTESIS DEL TRABAJO.....</b>	<b>73</b>

<b>III. OBJETIVOS .....</b>	<b>74</b>
<b>III.1 OBJETIVOS .....</b>	<b>75</b>
<b>IV. MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>76</b>
<b>IV.1 MATERIAL .....</b>	<b>77</b>
IV.1.1 Ojos de cerdo. Muestra de estudio. ....	77
IV.1.2 Material Quirúrgico.....	79
<b>IV.2. MÉTODOS .....</b>	<b>81</b>
IV.2.1 Diseño del estudio .....	81
IV.2.2 Técnica quirúrgica.....	81
IV.2.2.1 Preparación a la vitrectomía.....	81
IV.2.2.2 Acceso por vía <i>pars plana</i> .....	83
IV.2.2.3 Vitrectomía por vía <i>pars plana</i> .....	87
IV.2.2.4 Intercambio de solución salina balanceada por azul de metileno 1% .....	89
IV.2.2.5 Retirada de cánulas .....	92
IV.2.2.6 Maniobra complementaria de cierre incisional .....	93
IV.2.2.7 Estudio de la resistencia de las esclerotomías .....	95
IV.2.2 Variables estudiadas.....	98
IV.2.3 Método estadístico .....	98
<b>V. RESULTADOS .....</b>	<b>100</b>
<b>V.1 ESTUDIO DESCRIPTIVO .....</b>	<b>101</b>
V.1.1 Población incluida en el estudio .....	101
V.1.2 Comparación de esclerotomías filtrantes en función de la técnica de cierre incisional .....	103
V.1.2.1 Tissucol vs ausencia de maniobra de cierre .....	103
V.1.2.2 Aplicación de cianoacrilato vs ausencia de maniobra de cierre .....	104
V.1.2.3. Aplicación de tissucol vs cianoacrilato .....	105
V.1.3 Presión a la que filtran las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional empleada .....	106
V.1.3.1 Aplicación de tissucol vs ausencia de maniobra de cierre.....	106
V.1.3.2 Cianoacrilato vs ausencia de maniobra de cierre .....	109
V.1.3.3 Aplicación de tissucol vs cianoacrilato .....	112
V.1.4 Proporción de esclerotomías que muestran filtrado en función de su uso .....	115
V.1.5 Presión a la que filtran las esclerotomías en función de su uso .....	116
V.1.6 Comparación de esclerotomías filtrantes en los diferentes subgrupos, combinando maniobra de cierre incisional y uso.....	119
V.1.6.1 Aplicación de tissucol vs ausencia de maniobra de cierre.....	121
V.1.6.2 Aplicación de cianoacrilato vs ausencia de maniobra de cierre .....	123
V.1.6.3 Aplicación de tissucol vs aplicación de cianoacrilato .....	125
V.1.7 Comparación de la presión a la que filtran las esclerotomías en los diferentes subgrupos, combinando maniobra de cierre incisional y uso .....	127
V.1.7.1 Aplicación de tissucol vs no maniobra.....	127
V.1.7.2 Aplicación de cianoacrilato vs no maniobra .....	133
V. 1.7.3 Aplicación tissucol vs cianoacrilato .....	139
<b>V.2 ESTUDIO ANALÍTICO .....</b>	<b>145</b>

V.2.1 Estudio analítico acerca del filtrado de las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional practicada. ....	145
V.2.1.1 Análisis de la proporción de esclerotomías que presentan filtrado en función de la maniobra de cierre incisional practicada. ....	145
V.2.1.2 Análisis de la presión a la que filtran las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional practicada. ....	147
V.2.2 Estudio analítico acerca del filtrado de las esclerotomías en función de su uso. ....	148
V.2.2.1 Análisis de la proporción de esclerotomías que presentan filtrado en función de su uso. .	148
V.2.2.2 Análisis de la presión a la que filtran las esclerotomías en función de su uso. ....	148
V.2.3 Estudio analítico acerca de las esclerotomías que presentan filtrado en los diferentes subgrupos, combinando maniobra de cierre incisional y uso. ....	149
V.2.3.1 Análisis de la proporción de esclerotomías que presentan filtrado en función de la maniobra de cierre incisional practicada y su uso. ....	149
V.2.3.2 Análisis de la presión de infusión a la que filtran las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional practicada y su uso. ....	153
<b>V.3 RESULTADOS QUIRÚRGICOS.....</b>	<b>156</b>
<b>VI. DISCUSIÓN.....</b>	<b>157</b>
<b>VI.1 DISCUSIÓN SOBRE EL MODELO EXPERIMENTAL EMPLEADO.....</b>	<b>158</b>
<b>VI.2 DISCUSIÓN SOBRE LA RESISTENCIA MECÁNICA DE LAS ESCLEROTOMÍAS EN FUNCIÓN DE LA MANIOBRA DE CIERRE INCISIONAL PRACTICADA .....</b>	<b>161</b>
VI.2.1 Análisis de las esclerotomías filtrantes en función de la maniobra de cierre incisional practicada .....	161
VI.2.2 Análisis de la presión a la que filtran las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional practicada.....	167
<b>VI.3 DISCUSIÓN SOBRE LA RESISTENCIA MECÁNICA DE LAS ESCLEROTOMÍAS EN FUNCIÓN DE SU USO.....</b>	<b>170</b>
VI.3.1 Análisis de las esclerotomías filtrantes en función de su uso.....	170
VI.3.2 Análisis de la presión a la que filtran las esclerotomías en función de su uso. ....	174
<b>VI.4 DISCUSIÓN SOBRE LA RESISTENCIA MECÁNICA DE LAS ESCLEROTOMÍAS EN FUNCIÓN DE LA MANIOBRA DE CIERRE INCISIONAL PRACTICADA Y SU USO.....</b>	<b>175</b>
VI.4.1 Análisis de las esclerotomías filtrantes en función de la maniobra de cierre incisional practicada y su uso. ....	175
VI.4.2 Análisis de la presión a la que filtran las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional practicada y su uso. ....	178
<b>VII. CONCLUSIONES .....</b>	<b>179</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>181</b>

# **I. INTRODUCCIÓN**

## I.1 EL OJO O GLOBO OCULAR

El globo ocular, aparato de la visión junto con los anexos oculares, forma parte de los órganos denominados de los sentidos.<sup>1</sup>

Durante el desarrollo embrionario del ojo, se aprecia la vesícula óptica como una evaginación del diencéfalo del tubo neural, el día 25 post ovulación. Esta vesícula se encuentra adyacente al ectodermo en un inicio y luego una capa de células mesenquimatosas derivadas de la cresta neural se interponen entre ectodermo y la vesícula. Es desde estos tejidos que se derivan las distintas estructuras del ojo<sup>2</sup>.

El globo ocular es una esfera casi regular ubicada en la órbita, con un diámetro antero-posterior aproximado de 24,5 mm y un diámetro vertical de 23,5 mm.

Está formado por tres cubiertas y por un contenido que le proporciona la forma al ojo.

Las tres cubiertas las podemos describir desde el exterior al interior del ojo. La cubierta externa, que está compuesta por la córnea y la esclera. La cubierta media, que corresponde a lo que llamamos úvea, formada por el cuerpo ciliar y el iris en la parte anterior del ojo y por la coroides en la parte posterior. Finalmente, la cubierta interna corresponde a la retina.

El contenido del ojo corresponde al humor acuoso presente en la parte anterior del ojo, el cristalino en la parte media y el humor vítreo que ocupa la región posterior del globo ocular.

## I. 1.1 Anatomía Ocular

Para alcanzar la retina en una cirugía de vitrectomía lo hacemos a través de las esclerotomías a nivel de la *pars plana*. La *pars plana* es una estructura que empieza a 1 mm del limbo, los primeros dos milímetros forman la *pars plicata* y los siguientes 4 mm forman la *pars plana* aplanada, que es un tejido prácticamente avascular. Para acceder a la cavidad vítrea, atravesamos con el esclerotomo la conjuntiva, la capsula de tenon, la esclera y la coroides hasta llegar a la retina. A continuación, detallaremos cada una de estas estructuras.

### I.1.1.1 Conjuntiva

La conjuntiva es una membrana mucosa transparente que recubre el globo y la superficie interna de los párpados.

Histológicamente se compone de dos partes: el epitelio y el estroma. El epitelio, derivado del ectodermo superficial<sup>3</sup>, consta de cinco capas celulares no queratinizadas en las cuales las células basales de forma cuboidal evolucionan a células poliédricas pavimentosas y luego se liberan a la superficie. Entre las células basales del epitelio podemos encontrar células caliciformes cuyo moco es componente de la película lagrimal.

El estroma está constituido por un tejido conjuntivo vascularizado, la membrana basal lo separa del epitelio, la capa superficial adenoidea no se termina de desarrollar hasta después del nacimiento. Las capas fibrosas se continúan con las láminas tarsales. En la parte profunda del estroma encontramos las glándulas lagrimales accesorias de Krause y Wolfring.

La conjuntiva presenta una importante cantidad de células inmunocompetentes y un abundante aporte linfático que drena hacia los ganglios preauriculares y submandibulares, al igual que el drenaje de los párpados.

La parte de la conjuntiva que cubre los párpados o conjuntiva palpebral comienza en la unión mucocutánea del borde palpebral y se adhiere a las láminas tarsales posteriores.

La conjuntiva del fondo de saco (fórnix) no se encuentra fija, es redundante y se distribuye en pliegues.

Por último, la conjuntiva bulbar cubre la esclera anterior y se continúa con el epitelio corneal en el limbo, a cuyo nivel las crestas radiales forman las empalizadas de Vogt. El estroma conjuntival se encuentra unido de manera laxa a la capsula de Tenon subyacente excepto a nivel el limbo, donde se fusionan estas dos capas<sup>4</sup>.

### **I.1.1.2 Cápsula de Tenon**

La cápsula de Tenon, conocida también como aponeurosis orbitaria, aponeurosis orbito-ocular o aponeurosis óculo-palpebral, fue descrita por Tenon en 1803. Es una cápsula fibrosa, flexible y elástica que abraza toda la esclera del ojo, desde la córnea al nervio óptico. La cápsula de Tenon es atravesada por nervios ciliares, vasos sanguíneos, el nervio óptico y los músculos extraoculares a los cuales facilita vainas aponeuróticas.

Esta cápsula ayuda a mantener el ojo en su posición en la órbita, al fijarse por su circunferencia al contorno de la base orbitaria pero dejando libre la mayor parte de su extensión.<sup>5,6</sup>

### **I.1.1.3 Esclera**

La esclera deriva de las células de la cresta neural excepto en su porción temporal, que tiene sus orígenes en el mesodermo.<sup>3</sup>

El estroma escleral está formado por haces de colágeno de diversas formas y tamaños, orientados de forma más desorganizada que en la córnea. La epiesclera anterior está formada por un tejido vascular que se une al estroma superficial y a la cápsula de Tenon. La capa interna de la esclera o lámina fusca se mezcla con las láminas supracoroideas y supraciliar del tracto uveal.<sup>7</sup>

La esclera en sí misma es relativamente deficitaria en vasos sanguíneos y fibroblastos, motivo por el cual las heridas e incisiones quirúrgicas tienden a curar mal. La esclera es más delgada en el limbo, tras la inserción de los músculos rectos y alrededor del nervio óptico, por donde se puede romper con mayor facilidad tras un traumatismo.<sup>8</sup>

Las capas vasculares que cubren la esclera son los vasos conjuntivales, los vasos del plexo episcleral superficial y el plexo vascular profundo que se encuentra en la parte superficial de la esclera.<sup>7</sup>

#### **I.1.1.4 Coroides**

La coroides es un tejido derivado del mesodermo y neuroectodermo, principalmente de las células de la cresta neural, a excepción del endotelio y de la capa más interna de la membrana de Bruch.

La coroides es la parte posterior del tracto uveal, un tejido vascularizado y pigmentado que va desde la *ora serrata* por su parte anterior, con una transición homogénea hacia el cuerpo ciliar, hasta el nervio óptico en la zona posterior del ojo, donde alcanza su mayor grosor de 0.22 mm.

Las capas de la coroides se unen a la esclera por medio de filamentos de tejido conjuntivo; existen 4 capas coroides: la supracoroides, el estroma, la coriocapilar y la membrana de Bruch, que se encuentra fuertemente unido al epitelio pigmentario de la retina; esta adhesión es mayor que la que se encuentra entre el epitelio pigmentario y la capa de fotorreceptores.

La circulación coroides, que tiene una de las tasas más altas de flujo sanguíneo de todo el cuerpo, nutre la coroides, el epitelio pigmentario y la retina, hasta la cara externa de la capa nuclear interna. La sangre llega a la coroides mediante las arterias ciliares largas y cortas, derivadas de la arteria oftálmica, primera rama de la arteria carótida interna. El drenaje de la sangre ocurre a través de las venas vorticosas y venas ciliares anteriores.<sup>9</sup>

#### **I.1.1.5 Retina**

La retina es un tejido fino de entre 100-200  $\mu\text{m}$  según la especie. Es parte del sistema nervioso central y está formado por la retina neural y epitelio pigmentario. Ambos tejidos están formados embriológicamente a partir del neuroectodermo, de las vesículas ópticas del tubo neural.

El aporte sanguíneo de la retina depende de la circulación coroidea en su tercio externo, y de la circulación aportada por las ramas de la arteria central en sus dos tercios internos.

En el procesamiento visual están implicadas diferentes neuronas de la retina. Entre las neuronas aferentes se encuentran los fotorreceptores, las células bipolares y las células ganglionares; entre las eferentes señalamos las células interplexiformes y las células bplexiformes. Por último, se consideran interneuronas las células horizontales y las células amacrinas.<sup>10</sup>

Los fotorreceptores, que podrán ser conos o bastones, contienen fotopigmentos sensibles a la luz, formados por la unión de una proteína (opsina) y un aldehído de la vitamina A (retinal). La fototransducción es el proceso por el cual la energía lumínica produce cambios en estos pigmentos, que inducen la entrada masiva de iones de calcio que provocan la despolarización del fotorreceptor. Se origina así una corriente eléctrica que se transmitirá mediante uniones sinápticas a las células bipolares y de estas, a las células ganglionares, cuyos axones formarán la capa de fibras nerviosas de la retina y posteriormente, los axones del nervio óptico<sup>11</sup>. El principal neurotransmisor de la retina es el glutamato.

La retina está estructurada en diez capas, desde el interior del globo, en contacto con el vítreo se encuentra, la membrana limitante interna. Luego la capa de fibras nerviosas, que es aquella donde se encuentran los axones de las células ganglionares. La capa de células ganglionares, donde observamos células amacrinas desplazadas y células ganglionares que transmiten la información desde la retina al encéfalo a través del nervio óptico. En la capa plexiforme interna, se observan las conexiones de células bipolares con células amacrinas y células ganglionares. En la capa nuclear interna, encontramos las células horizontales, bipolares, amacrinas y de Müller.

A continuación, observamos la capa plexiforme externa, en la que se ven las conexiones de los fotorreceptores con las células horizontales y bipolares. En la capa nuclear externa observamos los núcleos de los fotorreceptores, conos y bastones. Las siguientes capas son la membrana limitante externa y los segmentos interno y externo de

bastones y conos. Finalmente tenemos el epitelio pigmentario retiniano y su membrana basal. El epitelio pigmentario es una monocapa de células especializadas pigmentadas, que está ubicada entre la retina nerviosa por su parte interna y la membrana de Bruch (coroides) por su parte externa. Este tejido tiene las funciones de fagocitar los segmentos externos de los fotorreceptores desprendidos, metabolizar el retinol, mantener la matriz extracelular, regular el transporte de iones y metabolitos, y formar la barrera hematorretineana externa. Estas funciones son fundamentales para mantener la función visual.<sup>12</sup>

#### **I.1.1.6 Vítreo**

El globo ocular en su parte posterior presenta la cavidad vítrea, que se encuentra entre el cristalino y la superficie interna de la retina, y que ocupa el 80% del volumen del globo ocular. Esta cavidad contiene el humor vítreo, que se trata de una estructura gelatinosa, transparente y avascular en la vida adulta, compuesto en un 98% por agua, y en un 1% por macromoléculas, iones, solutos de bajo peso molecular. También se han identificado células denominadas hialocitos, de origen y función desconocida. El humor vítreo proporciona una vía de acceso para diversas sustancias que son utilizadas por el cristalino, el cuerpo ciliar y la retina, para su metabolismo.

Estructuralmente, se trata de un gel formado por una malla de colágeno en la que se intercalan moléculas de hialuronato hidratado. Estas últimas confieren viscosidad al cuerpo vítreo, y ayudan a estabilizar la malla de colágeno.<sup>11</sup>

El cuerpo vítreo se puede dividir en tres partes: La hialoides, el córtex en la periferia, y el vítreo central que posee menor densidad. La base del vítreo se encuentra íntimamente unida a la membrana limitante interna de la retina, en una zona de 3-4 mm sobre la ora serrata. Otras zonas de adherencia vítrea son el borde de la papila óptica, la región perimacular, los vasos retinianos y la cápsula posterior del cristalino.<sup>13</sup>

## I.2 RESUMEN HISTÓRICO DEL TRATAMIENTO QUIRÚRGICO EN LA PATOLOGÍA RETINIANA

La historia de la cirugía oftalmológica se remonta a milenios. Está documentada la práctica de cirugías de catarata miles de años atrás, en la antigua Babilonia e India. Sin embargo, la historia de la cirugía retiniana es más reciente; principalmente impulsada por el interés en el tratamiento del desprendimiento de retina. A comienzo del siglo XVIII, Maitre-Jan<sup>14</sup> fue el primero en describir el desprendimiento de retina en el ojo de una vaca. Fue ya en el siglo XIX cuando Ware<sup>15</sup> y Wardrop<sup>16</sup> observaron desprendimientos de retina en humanos.

En 1805 Ware<sup>15</sup>, fue el primero en tratar quirúrgicamente un desprendimiento de retina, mediante una incisión en la esclera posterior, por la que drenó el líquido subretiniano. Este procedimiento dejaba sin tratar las roturas retinianas, por lo que el líquido subretiniano drenado volvía a acumularse, al pasar a través de estos desgarros. Esta técnica, estuvo vigente durante casi cien años, con leves modificaciones propuestas por distintos autores como la creación de vías de drenaje mediante un hilo de oro, o la utilización de un galvanocauterio para puncionar la esclera.<sup>17-19</sup>

En 1853 Coccius<sup>20</sup> fue el primero en observar un desgarro retiniano y en 1854 Von Graefe<sup>21,22</sup> describió la historia natural del padecimiento. No obstante, según la “doctrina de la exudación”, no se consideraba el desgarro la causa, sino la consecuencia de la exudación. Von Graefe también fue el primero en hablar de cirugía de vítreo a través de la *pars plana*. Al describir, el corte de una membrana vítrea con una aguja y la extracción de un cuerpo extraño intraocular con pinzas.<sup>23,24</sup> En 1890, Ford fue quien realizó por primera vez la aspiración de vítreo opacificado.<sup>25</sup>

Durante el siglo XIX se describieron otros métodos para posicionar la retina. Fano, creó cicatrices coriorretinianas, empleando una solución yodada. Meyer, hernió la retina a través de las esclerotomías. Galezowsky<sup>26</sup> suturó el desprendimiento a la pared escleral con hilo de catgut y Müller<sup>27</sup> optó por reseca la esclera acortando el globo ocular.<sup>28-30</sup>

En un intento de encontrar alternativas no quirúrgicas al tratamiento del desprendimiento de retina, Stellwag<sup>31</sup> recomendó el reposo en cama del paciente con inmovilización de la cabeza. Samelsohn<sup>32</sup> describió el uso de vendajes con compresión bilateral para conseguir así una mayor inmovilización.

Sin embargo, ninguno de estos tratamientos logró mucho éxito, dado que se desconocía la importancia de los desgarros retinianos en la fisiopatología del desprendimiento.

En 1919 Jules Gonin<sup>33, 34</sup> identificó los desgarros retinianos como la causa de los desprendimientos de retina regmatógenos y no como su consecuencia. También destacó la licuefacción vítrea como mecanismo implicado en la fisiopatología del desprendimiento de retina, al igual que las adherencias y la tracción entre el vítreo y la retina. Gonin describió una técnica, llamada ignopuntura, mediante la cual se logró tratar con éxito un 30% de los desprendimientos de retina, a diferencia del 1%<sup>35</sup> alcanzado con las técnicas anteriores. Esta técnica quirúrgica consistía en localizar con exactitud las roturas retinianas; una vez identificadas se realizaba una peritomía conjuntival exponiendo la esclera bajo la cual se hallaba el desgarro, luego se practicaba una incisión radial hasta llegar al espacio subretiniano por donde se drenaba el líquido; a continuación, se insertaba un termocauterío y se cauterizaba la retina creando una cicatriz coriorretiniana alrededor de los desgarros. Durante el postoperatorio se guardaba reposo con oclusión ocular durante aproximadamente un mes.

A mediados del siglo XX, el tratamiento quirúrgico del desprendimiento de retina entró en la llamada “etapa de la cirugía moderna”<sup>36</sup> con la aparición de la indentación escleral; mediante el uso de implantes externos se indentaba la esclera, permitiendo el cierre de los desgarros por la aproximación del epitelio pigmentario sobre la retina neurosensorial, permitiendo el drenaje del líquido subretiniano y la relajación de las tracciones vítreas existentes. En caso de mal posición, el implante podía recolocarse.

Charles Schepens describió la implantación de un cerclaje circular que abrazaba el ojo por su zona ecuatorial a lo largo de los 360° de la circunferencia ocular. Al disminuir el diámetro del globo ocular, reducía las tracciones vítreas, favorecía el drenaje y taponaba

pequeños desgarros<sup>37</sup>. Lincoff describió la utilización de implantes radiales de esponja de silicona y la aplicación de crioterapia sobre los desgarros.<sup>38</sup>

También en los años cincuenta del siglo pasado se retomó la idea de la cirugía vítrea. Landegger realizó la extracción de una catarata y del vítreo opacificado, sustituyéndolo por líquido cefalorraquídeo y vítreo de cadáver<sup>39</sup>. Unos años después Dodo, apoyó la sustitución del vítreo como tratamiento de las opacidades vítreas severas<sup>40</sup>, además de describir el corte de membranas vítreas en estos pacientes<sup>41</sup>. En la década de 1960, Michaelson cortó una densa membrana vítrea a través de un abordaje transescleral con una aguja<sup>42</sup> y Kasner publicó la extracción casi completa del vítreo, mediante una técnica a cielo abierto, en un ojo con opacificación vítrea por amiloidosis.<sup>43,44</sup> La posibilidad de extraer el vítreo con relativa seguridad permitió el desarrollo moderno de la cirugía vítrea.

En 1971 Robert Machemer describió la extracción del humor vítreo y su sustitución por solución salina balanceada para lo que diseñó un único instrumento, VISC el cual, una vez introducido a través de una incisión escleral de 2 mm a nivel de la *pars plana*, permitía succionar y cortar el vítreo, infundiendo solución salina de forma simultánea.<sup>45-47</sup>

En los años siguientes, aparecieron nuevos diseños de sondas de vitrectomía. En 1974, O'Malley y Heintz<sup>48</sup> introdujeron la vitrectomía 20-gauge, de menor calibre que la anterior, que requería de tres vías de acceso al interior del ojo. Al finalizar la vitrectomía, cada una de las entradas se suturaba con hilo reabsorbible.

En 1996, Chen<sup>49</sup> describió las esclerotomías tunelizadas con capacidad de autosellado, que no requerían de sutura al finalizar la vitrectomía 20-gauge. Con esto se mejoraron los tiempos quirúrgicos y la estabilidad en la presión intraocular al retirar los instrumentos quirúrgicos, disminuyendo el riesgo de sangrado y de incarceraciones retinianas por las incisiones quirúrgicas. En 1999, Kwok<sup>50</sup> describió una variación sobre esta técnica de Chen para disminuir el riesgo de lesión del cristalino y facilitar su utilización en ojos con hendidura palpebral pequeña.

En el año 2002, Fujii<sup>51,52</sup> introdujo la vitrectomía mediante esclerotomías transconjuntivales de 25-gauge, sin necesidad de sutura. Como novedad las incisiones se

realizan de manera perpendicular a la superficie ocular, sin necesidad de mover la conjuntiva y se utilizan cánulas a nivel de la *pars plana* por donde pasan los instrumentos al interior del ojo. Mediante esta técnica se logró disminuir el trauma quirúrgico así como una recuperación postoperatoria más rápida. Algunos inconvenientes propios del sistema 25 gauge fueron el desarrollo de menores tasas de aspiración, infusión y corte que las logradas con el sistema de 20-gauge, así como la flexibilidad de sus instrumentos.

Eckardt<sup>53</sup> introdujo en el año 2005 el sistema de 23 gauge, con la intención de mejorar los inconvenientes presentados por la vitrectomía 25 gauge. Este sistema ofrece las ventajas de ser un procedimiento poco invasivo, además de los beneficios secundarios al uso de instrumental más largo y estable. También utiliza cánulas situadas en la *pars plana*, e incisiones transconjuntivales; no obstante, con el fin de mejorar la capacidad de cierre de las esclerotomías, Eckardt recomendó la realización de las incisiones de manera angulada.

Poco después, otros autores describieron también la práctica de incisiones oblicuas 25 gauge, en un intento de evitar la incompetencia de las incisiones.<sup>54, 55</sup>

En el año 2010, Oshima<sup>56</sup> describió la vitrectomía 27 gauge. Se consiguieron instrumentos útiles de este calibre principalmente gracias a los avances en los materiales de iluminación que utilizan el xenón o bombillas de vapor de mercurio y que al acortar la longitud de los instrumentos se aumentaba su rigidez. Este sistema no requiere de suturas ni de incisiones oblicuas; además los instrumentos pueden introducirse al interior del ojo a través de cánulas o directamente a través de las esclerotomía, dependiendo de la duración y complejidad de la cirugía.

## I.3. VITRECTOMÍA VÍA PARS PLANA

Como hemos visto, la vitrectomía por vía *pars plana* fue introducida por Machemer en 1971, y desde entonces se han desarrollado distintos sistemas de acceso cada vez de menor calibre. Hoy en día es uno de los principales métodos de abordaje para la patología retiniana.

En la vitrectomía se introducen los instrumentos al ojo a través de la *pars plana*, a 3-4 mm por detrás del limbo. Se elimina el vítreo por medio de un instrumento de aspiración y corte, que es necesario para fragmentar el vítreo y así evitar la tracción de la retina durante la aspiración. También se emplea un sistema de iluminación y uno de irrigación de solución salina balanceada, que permite mantener y controlar la presión intraocular.

Para la cirugía se utiliza un microscopio quirúrgico y para visualizar el fondo del ojo, un sistema de lentes tanto de contacto como de no contacto<sup>57</sup>.

A continuación, comentaremos los distintos pasos requeridos para la realización de una vitrectomía, desde la preparación preoperatoria y los instrumentos que se manejan durante la cirugía, hasta la técnica quirúrgica utilizada.

### I.3.1 Preparación preoperatoria

La vitrectomía es un procedimiento indicado como tratamiento en distintos procesos patológicos del vítreo y de la retina, tanto periférica como central. Incluye el tratamiento de hemovítreos de distintas causas, desprendimiento de retina, membranas epirretineanas, entre otros.

Una vez decidido que el tratamiento de la patología que presenta un paciente es la vitrectomía, se debe informar al paciente de manera adecuada en qué consiste la cirugía, sus riesgos y las alternativas existentes. Así mismo se tienen que comentar las medidas pre

y postoperatorias que deberá seguir el paciente, como el tratamiento oral y/o tópico postoperatorio, el posicionamiento que se debe adoptar, la limitación en las actividades que tendrá y el régimen de revisiones que deberá seguir. De igual modo debe dejar su conformidad con la información dada y con el procedimiento a realizar mediante la firma del consentimiento.

### **I.3.1.1 Consulta de pre anestesia**

Como ante cualquier cirugía, se requiere de un preoperatorio y de una consulta pre anestésica en la cual el especialista, con la historia clínica, la exploración física y las pruebas complementarias determina el riesgo quirúrgico del paciente y hace sus recomendaciones con respecto al tipo de anestesia y cuidados que se deben seguir durante el procedimiento. La valoración pre anestésica, mediante la obtención de información sobre los antecedentes médicos y la realización de pruebas e interconsultas necesarias dependiendo de la patología presentada por el paciente, debe permitir optimizar el estado preoperatorio del paciente, tranquilizarle y planificar el tratamiento perioperatorio más apropiado. Se le informará al paciente de los tipos de anestesia disponible y se firmará el consentimiento de anestesia<sup>58</sup>.

El día de la cirugía es importante que los pacientes hayan seguido las recomendaciones acerca de la suspensión o sustitución de medicamentos, así como del ayuno necesario, que suele ser de al menos 8 horas antes del comienzo de la cirugía<sup>59</sup>.

Antes de pasar a quirófano se debe asegurar una dilatación adecuada de la pupila que permita llevar a cabo el procedimiento, para esto se aplica una combinación estándar de colirio de fenilefrina al 2,5% y colirio de tropicamida al 1% en el fórnix conjuntival inferior. La fenilefrina es un fármaco simpaticomimético de acción directa sobre los receptores alfa-adrenérgicos que, aplicado por vía tópica, produce midriasis de una duración máxima de 3 horas, sin alterar la acomodación. La tropicamida por su parte, es un anticolinérgico con acción ciclopléjica y midriática de instauración rápida, capaz de conseguir la dilatación pupilar a los 15 minutos de su aplicación, y de mantenerla hasta 4-6 horas después de esta. Se puede añadir ciclopentolato clorhidrato, que es un parasimpaticolítico potente con acción midriática y ciclopléjica, cuyo efecto puede durar

hasta 8 horas. Por último, el sulfato de atropina al 0,5% también presenta un efecto parasimpaticolítico que produce midriasis y cicloplejía, aunque su efecto máximo es bastante lento.

### **I.3.1.2 Tipos de Anestesia en cirugía de vitrectomía**

Existen distintos tipos de procedimientos anestésicos que se pueden utilizar antes de la cirugía de vitrectomía; se puede practicar una anestesia general, bloqueos regionales e incluso anestesia tópica en algunos determinados casos. Continúa siendo importante una adecuada monitorización del paciente durante la cirugía, para manejar el dolor y valorar las constantes vitales.

#### **-Anestesia general:**

Cada vez menos frecuente, la anestesia general se reserva a aquellos pacientes que rechazan la anestesia locorregional, a las personas incapacitadas física o intelectualmente, a los traumatismos oculares abiertos, y a los bebés y niños que no colaboran.<sup>60,61</sup>

La profundidad del estado de la anestesia se conseguirá aumentando o disminuyendo la concentración inspirada del gas anestésico. Se recomienda no usar óxido nitroso como gas anestésico, dada la posibilidad de dejar una burbuja de aire o gas dentro del ojo al final de la intervención; el óxido nitroso puede difundir al aire o gas que rellena el ojo, alterando la mezcla gaseosa y la presión intraocular<sup>62</sup>.

La observación postoperatoria de los pacientes con anestesia general requiere de un seguimiento más estrecho que los sometidos a anestesia locorregional. Por ello, es imprescindible la presencia de personal cualificado que vigile al paciente<sup>60</sup>.

En algunos casos se han asociado procedimientos de anestesia local a la anestesia general, para controlar de mejor manera el dolor, las náuseas y vómitos postoperatorios<sup>63</sup>.

#### **-Bloqueos regionales:**

Como ventaja con respecto a la anestesia general tienen: la rápida recuperación postoperatoria, el evitar las complicaciones de la anestesia general, acortar los tiempos quirúrgicos, y el permitir la rápida recuperación de la movilidad que facilita realizar estos procedimientos en pacientes ambulatorios.<sup>64</sup>

Dado el envejecimiento de la población que se somete a estos procedimientos es cada vez más frecuente enfrentarse a pacientes con comorbilidades importantes, lo que hace que procedimientos locales sean más seguros.<sup>61</sup>

Los procedimientos suelen ser aplicación local de soluciones anestésicas a nivel retrobulbar, peribulbar, o por debajo de la capsula de Tenon. Las anestésicas retrobulbar y peribulbar son las más frecuentemente utilizadas, pero también se asocian a complicaciones locales (como perforaciones oculares, hemorragias retrobulbares, lesiones a nivel del nervio óptico, estrabismos restrictivos, ptosis, oclusiones vasculares) y sistémicas (en algunos casos puede provocar depresión respiratoria, convulsiones e incluso parada cardiorrespiratoria).<sup>65-79</sup>

#### **-Anestesia tópica:**

Frecuentemente utilizada en la cirugía de cataratas<sup>64</sup>, se han hecho estudios de su utilización en vitrectomías de 20 y 23 gauge, incluido procedimientos con cerclaje escleral, acompañados en estos casos de sedación. Se ha visto que se consigue un buen control del dolor con esta técnica y que los movimientos oculares los puede controlar el cirujano con los instrumentos posicionados a través de la *pars plana*.<sup>80,81</sup>

Tiene como ventaja el evitar las complicaciones asociadas a la anestesia retrobulbar como hemorragia retrobulbar, perforación ocular, daño del nervio óptico. Este tipo de anestesia requiere una buena colaboración por parte del paciente y una comunicación constante, por lo cual no es apropiada en todos los casos.<sup>81</sup>

Tanto la anestesia tópica como las técnicas de bloqueo regional se pueden asociar a sedación para intentar controlar el dolor, el miedo y la ansiedad ante la cirugía.<sup>65</sup>

#### **I.3.1.3 Protocolo de antisepsia**

Posteriormente a la anestesia, se procede a un paso importantísimo que ha demostrado disminuir significativamente la incidencia de endoftalmitis con cultivos positivos, sin asociar reacciones adversas. Es el uso tópico de povidona-yodada; se aplica sobre los párpados y conjuntiva, dejando el tiempo suficiente para que actúe antes de comenzar el procedimiento.<sup>82,83</sup> La limpieza se suele realizar sobre la superficie periocular

con povidona yodada al 10%, y la aplicación de varias gotas de una solución al 5% sobre la superficie ocular. Tras ello, se colocan los paños estériles para aislar el campo quirúrgico alrededor del ojo a operar, se coloca luego un blefarostato de manera que aisle las pestañas y los párpados del campo. Hay servicios en los que además de estas medidas, previamente a la cirugía, se prescribe la limpieza de los párpados de los pacientes con champú.<sup>62,84,85</sup>

En condiciones de antisepsia adecuadas se prepara el campo quirúrgico y se comprueba el equipo de vitrectomía, se confirma que la conexión de este con la bombona de gas este establecida. Se seleccionan los parámetros de aspiración y frecuencia de corte, y se conectan la iluminación, las vías neumática y de aspiración del vitreotomo y la extrusión a la máquina. El aparato de vitrectomía se conectará a la botella de solución salina balanceada. La mayoría de sistemas cuentan además con un test que comprueba la aspiración y corte del vitreotomo, así como la aspiración de la sonda de extrusión. Si las conexiones son correctas, el test será superado.

Se coloca el microscopio quirúrgico para visualizar la superficie ocular y el campo quirúrgico, usando pocos aumentos de manera que podamos abarcar todas las esclerotomías y la córnea.

## **I.3.2 Sistemas de visualización**

### **I.3.2.1 Microscopio quirúrgico**

Es el instrumento utilizado en la mayoría de los procedimientos en oftalmología; permite tener una correcta visualización de las estructuras oculares. En la cirugía del polo posterior se requiere un microscopio quirúrgico binocular capaz de ofrecer hasta 30 aumentos e iluminación coaxial, un zoom potente, un objetivo y la colocación en los ejes XY.

Es importante la estabilidad del microscopio, los que están apoyados en el suelo tienen mayor estabilidad que los montados en el techo. El control de la posición del

microscopio puede hacerse con el pie o con la voz, este último mecanismo de control es más lento y menos preciso.

Es importante que el microscopio tenga un divisor de haz que facilite el seguimiento de la cirugía mediante televisión a todo el equipo quirúrgico presente en el quirófano, además de ofrecer la opción de grabar la intervención en un disco duro o en un sistema de grabación digital de DVD. Será interesante que el microscopio permita al cirujano ayudante compartir la visión del cirujano, preferentemente con esteropsia.<sup>86</sup>

### **I.3.2.2 Lentes quirúrgicas**

Las técnicas de visualización del segmento posterior durante la vitrectomía podrán clasificarse según ofrezcan una imagen directa o indirecta (invertida) del fondo de ojo.

#### **-Imagen directa**

Para visualizar el segmento posterior de modo directo, es necesario compensar la potencia del ojo, anulando el dioptrio corneal. Para ello, se utilizan lentes de contacto colocadas sobre la cara anterior de la córnea. Las lentes de contacto de alto índice de refracción ofrecen una gran calidad óptica y pueden ser esterilizadas. También existen lentes de contacto de polimetilmetacrilato desechables que aseguran una calidad siempre perfecta<sup>87</sup>.

Las lentes de contacto achaflanadas, que ofrecen imágenes de la periferia retiniana, logran su objetivo mediante un efecto prismático; el ángulo de la cara anterior con relación a la horizontal determina el nivel de periferia ofrecido. Las lentes que permiten visualizar la zona central del polo posterior, vienen determinadas por su radio de curvatura anterior, el cual será directamente proporcional a la magnificación que ofrezcan, e inversamente proporcional al campo de visión que nos brinden. De esta forma, una lente de contacto central para el polo posterior, cuya cara anterior es plana, permite una magnificación de 1x y un ángulo de visión de aproximadamente 36 grados. Por otro lado, una lente de contacto ligeramente convexa permite una magnificación de 1,5x y un ángulo de visión de aproximadamente 30 grados. Existen también lentes de contacto biconvexas que permiten visualizar el segmento posterior a través de una burbuja de gas.

Para asegurar la estabilidad de la lente sobre el ojo se puede emplear un soporte manual, un anillo de silicona alrededor de la lente, o un anillo metálico suturado a limbo con o sin sistema de irrigación.

Las ventajas que ofrecen las lentes de contacto directas son una gran magnificación de la imagen, buena visión del relieve, gran profundidad del campo, luminosidad, libertad de movimientos del globo ocular y estabilidad en la sujeción. Como desventajas, el campo de visión es pequeño y si la dilatación pupilar es insuficiente resulta incómodo, además se requiere la utilización de varias lentes durante la intervención.<sup>87</sup>

### **-Imagen indirecta**

La imagen indirecta se obtiene al reforzar la potencia dióptrica del ojo y se forma una imagen invertida, enfocada por encima de la córnea. Este sistema necesita de un inversor que haga llegar la imagen de manera adecuada al cirujano.

Las lentes indirectas ofrecen un mayor campo de visión y son menos dependientes de la dilatación o de la opacidad de medios. Como desventaja, estas lentes ofrecen una baja magnificación de la imagen, escasa profundidad de campo con una mala percepción del relieve y una estabilidad de la lente limitada. Hay que tener en cuenta que los movimientos del microscopio son invertidos respecto a la imagen.<sup>87</sup>

Las lentes indirectas pueden ser de contacto, las cuales se posicionan sobre la córnea después de instilar una solución de metilcelulosa sobre su superficie, o de no contacto. En estas últimas, las lentes se interponen entre el ojo y el microscopio mediante un soporte, uno de estos sistemas es el BIOM (binocular indirect ophthalmoscope), en el cual la lente se enfoca rotando una rueda de manera manual o con un pedal.<sup>62</sup>

Entre las ventajas que aporta este sistema, destaca el que no requiere la presencia de asistente para sujetar la lente, que permite la rotación libre del ojo y la ausencia de contacto con la córnea, con lo que se evitan los traumatismos sobre ella y la contaminación de la lente por sangre.

### **I.3.3 Aparato de vitrectomía**

Los aparatos para realizar vitrectomía permiten iluminar el interior del ojo, la aspiración y corte del vítreo, e infusión de suero, entre otras funciones.

#### **I.3.3.1 Infusión**

El objetivo de la línea de infusión es mantener el tono ocular constante. Conecta la botella de irrigación con la esclerotomía temporal inferior. La botella puede contener lactato de Ringer o solución salina equilibrada (BSS). Para ayudar a la dilatación de la pupila, se puede añadir adrenalina 1/1000, una ampolla en 500 ml.

La infusión se puede realizar de forma activa, donde el sistema es quien controla la irrigación y la botella se sitúa a la altura del ojo a operar. Otra forma de infusión es la pasiva, donde el flujo de irrigación depende de la altura de la botella, y, por tanto, de la diferencia de presión entre los dos extremos del conducto de irrigación. Se puede trabajar con la botella a una altura de 35 cm por encima del ojo del paciente sin riesgo de colapso durante la vitrectomía si no se sobrepasan los 200-300 mm Hg de aspiración<sup>87</sup>.

Una función presente en algunos aparatos de vitrectomía es la de elevar rápidamente la presión de irrigación, que produce una hipertonía en el ojo, necesaria para detener sangrados intraoperatorios.

#### **I.3.3.2 Vitreotomo**

Los vitreotomos añaden la función de aspiración y corte necesarios para remover el gel vítreo del ojo. Suelen estar constituidos por un tubo exterior hueco, abierto en su extremo por una ventana lateral por la que se efectúa la aspiración del vítreo, y una lámina cortante interna movilizada por movimientos alternativos que seccionan el vítreo que va entrando por la ventana de aspiración. El movimiento de la lámina cortante puede ser de arriba-abajo, de modo que el vitreotomo funciona como una guillotina, o de derecha izquierda, de manera que una cuchilla efectúa un movimiento semicircular.

Se han desarrollado nuevos vitreotomos con velocidades de corte “ultra-rápidas”, con una tasa de corte que puede alcanzar los 7500 cortes por minuto, y con posibilidad de controlar el ciclo de trabajo.

El flujo de aspiración depende de varios factores. Aumenta ante un mayor calibre del vitreotomo, al subir el vacío y la presión de infusión. De igual forma, aumenta el flujo de aspiración al disminuir la frecuencia de corte y la duración de los ciclos de corte. El ciclo de trabajo es un parámetro básico con gran influencia sobre el flujo de aspiración. El ciclo de trabajo es el porcentaje de tiempo en que la ventana del vitrotomo está abierta con respecto al ciclo completo de corte.<sup>88-90</sup>

El sistema de aspiración del aparato de vitrectomía puede ser de dos tipos: peristáltico o Venturi.

La bomba peristáltica presenta una aspiración de flujo constante, independiente de la viscosidad del material aspirado. Con esta bomba, para que la aspiración sea efectiva, la punta del vitrectomo ha de estar obstruida, por lo cual tarda un tiempo hasta que se activa. Este es un excelente método para trabajar de manera segura cerca de la retina, ya que la aspiración no se inicia hasta que el vítreo ocluye la entrada y el flujo sea el que necesitamos.

El otro sistema es la bomba de Venturi en la cual se ofrece una aspiración con vacío constante, con lo que la respuesta a la variación del reglaje de aspiración es casi inmediata. Este es el sistema más frecuentemente utilizado. La aspiración varía en función de la viscosidad del material aspirado, y cuando aumentamos la viscosidad disminuye la tasa de flujo. Al aumentar el número de cortes por minuto, la fragmentación del vítreo es mayor y esto hace que disminuya su viscosidad, mejorando los flujos de aspiración.<sup>91,92</sup>

Para evitar tracciones sobre la retina es recomendable utilizar una aspiración débil y una frecuencia de corte alta. La velocidad del flujo de aspiración a través de la ventana del vitreotomo influye en el flujo del vítreo y en la tracción que este ejerce sobre la retina durante la cirugía<sup>62</sup>.

El aparato de vitrectomía incluye un pedal, mediante el cual el médico controla el corte y la aspiración durante la vitrectomía. Lo más frecuente es que la aspiración se

control de modo lineal, es decir, que cuanto más se pisa el pedal mayor es la aspiración. El control de la frecuencia de corte puede ser fija o regularse de modo lineal. El aparato permite configurar los rangos entre los que podremos regular la aspiración y la frecuencia de corte con el pedal. En los aparatos actuales, el control de la aspiración y del corte se tiene al mismo tiempo en un mismo pedal. En las primeras posiciones del pedal habrá aspiraciones elevadas y frecuencias de corte bajas, muy útiles en vitrectomía central, y al pisar más a fondo el pedal se desarrollarán aspiraciones más bajas y velocidades de corte más elevadas, las cuales son adecuadas para la vitrectomía periférica<sup>87</sup>.

### **I.3.3.3 Iluminación**

La iluminación durante la vitrectomía es importante para visualizar de manera adecuada el vítreo, la retina y las maniobras realizadas durante la cirugía. Existen distintas formas de iluminar el interior del ojo: con una fuente de luz directa al interior de ojo, como puede ser la sonda de iluminación, la sonda accesorio (chandelier) o la luz que se asocia a otros aparatos de uso endo-ocular, como el láser. Otras fuentes de iluminación pueden proceder de una fuente externa al ojo, como un microscopio.

#### **-Sonda endocular**

La sonda se suele introducir al ojo mediante una de las esclerotomías superiores, y se maneja con la mano no dominante; se conecta al aparato de vitrectomía mediante una fibra óptica. La luz que aporta se puede regular. En un principio se utilizaban luces halógenas o bombillas de halogenuros metálicos. Actualmente se utilizan luces de xenón, de vapor de mercurio o LED (diodo emisor de luz), que han facilitado la aparición de sondas de iluminación de menor calibre. Este sistema de iluminación ofrece una buena luminosidad, una buena visualización del vítreo y ausencia de reflejos. La endoiluminación elimina los reflejos luminosos y la dispersión de la luz a nivel de la lente de contacto, la córnea, el cristalino o la lente intraocular, lo que mejora mucho la visualización. La iluminación focal con un haz de luz moderadamente divergente mejora la visualización del vítreo, las membranas epirretinianas relativamente transparentes y la membrana limitante interna.<sup>86,93,94</sup>

### **-Sonda de iluminación accesoria**

Existen sistemas de iluminación accesoria, como supone la luz Chandelier, que puede actuar como luz de apoyo a la sonda de luz principal, o como única fuente de iluminación. En este último caso, liberan la mano no dominante de tener que portar necesariamente la sonda de luz<sup>95</sup>. Esta luz es más difusa que la ofrecida por la sonda de luz endocular, por lo que se tiene una peor visualización de las estructuras.

### **-Instrumentos con luz asociada**

Algunos instrumentos quirúrgicos como el endolaser o ciertas pinzas utilizadas en la cirugía de retina, disponen de iluminación incorporada. Esto permite liberar la mano no dominante de la sonda de luz, pudiéndola utilizar para el manejo de otros instrumentos. Aunque el campo iluminado es reducido.

### **-Microscopios**

Algunos microscopios quirúrgicos incorporan una lámpara de hendidura, que emite una luz a 5° a la derecha o a la izquierda del eje vertical. Ayuda a liberar la mano no dominante. Presenta un riesgo de fototraumatismo bajo. Como inconveniente permite una mala visualización del vítreo y son frecuentes los reflejos.<sup>87</sup>

## **I.3.3.4 Otros instrumentos**

Los instrumentos antes mencionados son los indispensables en las cirugías de ablación del vítreo, sin embargo, la cirugía sobre la retina suele requerir maniobras e instrumentos adicionales. Entre ellos podemos encontrar distintos tipos de pinzas, tijeras, lancetas calibradas para realizar los orificios de las esclerotomías, cánulas de extrusión, sondas de endoláser, tapones esclerales y llaves de tres vías.<sup>87</sup>

### **-Lancetas**

Las lancetas calibradas, esclerotomos o trócares son utilizadas para la práctica de esclerotomías calibradas, del mismo tamaño que las cánulas utilizadas en vitrectomía microincisional (23, 25 ó 27 gauge), así como del terminal de infusión, de la luz endocular o de la sonda del vitreotomo en el caso de las vitrectomías 20-gauge. De esta forma, se logra que el orificio escleral se ajuste al instrumento que en él se introduce, y que el tono del globo se mantenga de manera adecuada durante la vitrectomía.

### **-Tapones**

Se utilizan para cerrar transitoriamente las esclerotomías cuando estas dejen de estar obturadas por algún instrumento. De esta forma, disminuirémos el riesgo intraoperatorio de incarceration vítreo o de la retina, si está desprendida en ese lugar. Existen también cánulas valvuladas que evitan el uso de estos tapones, el inconveniente que presentan es la dificultad para introducir las cánulas con punta de silicona a través de ellas.

### **-Cánulas de extrusión**

Consisten en un tubo hueco con la punta flexible, frecuentemente silicona, que permite la aspiración de fluidos subretinianos sin lesionar las estructuras oculares. El otro extremo puede insertarse en una jeringa, aspirando de manera activa al tirar del embolo o bien dejarse libre, de forma que la aspiración se dé de forma pasiva, por la diferencia existente entre las presiones atmosférica e intraocular; también se puede conectar al aparato de vitrectomía, que succionará de manera automatizada.<sup>96</sup>

Estas cánulas cuentan con un sistema de reflujo, que consiste en un pequeño recipiente de silicona flexible situado en la extremidad libre de la cánula, que a su vez incluye un pequeño agujero, que comunica el recipiente con el exterior. Cuando el flujo de aspiración ha aspirado una estructura noble, como por ejemplo la retina, basta con poner el dedo sobre el orificio del recipiente, lo que interrumpe la aspiración pasiva, y, apoyándonos ligeramente sobre este recipiente flexible, desplazaremos su contenido de nuevo hacia la cavidad vítreo. Las cánulas de extrusión permiten aspirar perfluorocarbono, aire, solución salina equilibrada, sangre y líquido subretiniano a través de una dehiscencia<sup>87</sup>.

### **-Endoláser**

Las sondas de endoláser pueden ser curvas o retráctiles para evitar lesionar el cristalino al utilizar el láser. Liberarán un haz de láser monocromático verde.

El láser, durante la cirugía de vitrectomía, se utiliza para aplicar retinopexia alrededor de desgarros o de empalizadas retinianas, así como para panfotocoagular pacientes diabéticos. En ocasiones, para poder aplicar el láser se requiere de la indentación que presente la superficie de la retina periférica perpendicularmente al haz del láser.

Los aparatos de vitrectomía que incluyen la función de láser permiten regular diferentes parámetros, como son la potencia del láser y el tiempo de exposición de cada impacto. El haz de láser liberado es divergente, de modo que cuanto más se aleja la sonda de la retina, mayor es el diámetro del impacto<sup>87</sup>.

#### **-Endodiatermia**

Se dispone de sondas de endodiatermia bipolar, que pueden usarse para coagular focos de neovascularización sobreelevada, para coagular vasos antes de practicar maniobras más agresivas, y para ayudar a crear o marcar las retinotomías de drenaje. La neovascularización papilar sobreelevada debe tratarse muy cuidadosamente, con baja energía y a cierta separación de la superficie del nervio óptico, para evitar dañar las fibras nerviosas y los vasos sanguíneos<sup>86</sup>.

#### **-Llaves de tres pasos**

Estas llaves se sitúan entre el tubo de irrigación y el terminal de irrigación. Dicha llave permite abrir y cerrar la irrigación a demanda, e introducir algún otro fluido al interior del ojo, como silicona, aire o algún otro tipo de gas ( $\text{SF}_6$  o  $\text{C}_3\text{F}_8$ ). Esta llave es muy utilizada en la cirugía del desprendimiento de la retina, en la que es habitual dejar un taponamiento en el interior del ojo<sup>87</sup>.

Otras funciones que se encuentran habitualmente en los aparatos de vitrectomía son las siguientes: La bomba de aire o silicona, que permite insuflar aire o aceite de silicona en el globo ocular; una segunda vía de aspiración; un fragmentador, que permite la fragmentación de una catarata por vía posterior.

### **I.3.4 Calibres de instrumentos de Vitrectomía**

A través de los años se han desarrollado distintos calibres para los instrumentos empleados en vitrectomía. Los primeros instrumentos, desarrollados en los años setenta, fueron de calibre de 20-gauge; este sistema ha sido sustituido por los calibres de 23 y 25-

gauge. Por último, la vitrectomía 27-gauge, en donde los instrumentos tienen un menor diámetro, ha sido desarrollada a partir del año 2010.<sup>48,51-53,56</sup>

La búsqueda de instrumentos de diámetros cada vez más pequeños tiene como objetivo conseguir esclerotomías autosellables, es decir que permitan mantener el contenido del ojo estable y que no requiera de suturas tras retirar los instrumentos del globo, acortando así los tiempos quirúrgicos y aumentando la comodidad postoperatoria. Es importante el cuidado tanto en la construcción como en el cierre de las esclerotomías, ya que se han descrito complicaciones en relación a estas heridas esclerales, como suponen casos de hipotonía, endoftalmitis, sangrado coroideo, entre otras.<sup>51-53, 56,97</sup>

#### **I.3.4.1 Vitrectomía 20 gauges**

O'Malley y Heintz<sup>48</sup> separaron las funciones de corte, infusión e iluminación en tres instrumentos introducidos al ojo a través de esclerotomías via *pars plana* de 20 gauge (0.9 mm). Este procedimiento fue durante casi tres décadas el estándar en la cirugía de vitrectomía.<sup>98</sup>

#### **-Construcción esclerotomía**

Para la construcción de las esclerotomías en la vitrectomía de 20 gauges es necesario realizar una peritomía conjuntival, de una extensión de 4 horas temporal y 2 supero-nasal. Posteriormente, se crean las esclerotomías con un cuchillete microvitreoretiniano (MVR), atravesando la esclera de manera perpendicular a 3 - 4 mm del limbo quirúrgico, dirigiendo el cuchillete hacia el centro de la cavidad vítrea.

En la esclerotomía inferotemporal, se sitúa la cánula de infusión. Antes de la construcción de esta esclerotomía se da un punto de sutura en colchonero. Una vez realizada la incisión se debe conectar la vía de infusión, comprobando previamente el flujo adecuado de suero; esta se introduce a través de la esclerotomía de manera que su plataforma quede a ras de la superficie escleral, para poder anudarla con la sutura en colchonero. Un paso importante es la comprobación mediante visualización directa de la posición de la cánula y el vástago de infusión en el interior de la cavidad vítrea; si la punta se encuentra libre se puede continuar con la cirugía, si por el contrario, se viesen cubiertos

por membranas o por la retina, habrá que volver a colocarla tras comprobar con el cuchillete MVR que es permeable la esclerotomía<sup>62</sup>.

Por último, se crean las esclerotomías destinadas a la entrada del vitreotomo y la sonda de iluminación con el cuchillete MVR en posición superonasal y superotemporal<sup>62</sup>.

### **-Cierre de esclerotomías en vitrectomía 20- gauge**

Es importante el cierre adecuado de las esclerotomías para evitar complicaciones como la encarceración del vítreo. Se recomienda cerrar las incisiones con un tono ocular normal o bajo y limpiar los bordes de las esclerotomías con el vitreotomo, para asegurarnos de eliminar las mechas de vítreo. El cierre de la esclerotomías puede asegurarse con un punto en X o en U, tras lo cual es conveniente comprobar la salida de vítreo por los bordes esclerales.

Cuando las incisiones superiores se encuentran cerradas, se procede al cierre del terminal de irrigación. Para ello, deshacemos el nudo que fija el terminal de irrigación a la esclera; para evitar la encarceración vítrea se recomienda abrir la línea de infusión durante la retirada del terminal, de modo que la irrigación permanente empuje el vítreo al interior del ojo. El cierre realizado con la sutura de fijación del terminal no siempre es de buena calidad, por lo cual, se podrá sustituir por una sutura en X o en U que permita el cierre eficaz de los labios de la esclerotomía.

Antes de cerrar la conjuntiva conviene comprobar la periferia retiniana mediante indentación anterior, en particular a nivel de las esclerotomías. Las incisiones de la vitrectomía se visualizan como de lesiones blanquecinas redondas por delante de la *pars plana*; es en esta zona donde hay que comprobar que no exista encarceración retiniana ni vítrea. Finalmente, se sutura la conjuntiva, dejando las incisiones de las esclerotomías bien cubiertas<sup>87</sup>.

### **-Complicaciones**

Las esclerotomía 20-gauge pueden dar lugar a complicaciones postoperatorias, como la encarceración del vítreo a nivel de los labios de las esclerotomías ó una mayor

frecuencia de hipertensión intraocular postoperatoria, que supone un riesgo para la visión, en ojos vulnerables a los aumentos y variaciones de la presión.<sup>99</sup>

### **-Ventajas**

Entre las ventajas del sistema de vitrectomía 20-gauge destaca el hecho de contar con instrumentos más funcionales y rígidos dado su mayor diámetro, vitreotomos más rápidos y eficientes, sondas de iluminación más brillantes, cánulas de extrusión con mayor succión y tijeras más curvadas.<sup>59</sup>

### **I.3.4.2 Vitrectomía de 23 y 25-gauge**

La sutura de las esclerotomías para evitar la fuga del contenido ocular, tras la cirugía de vitrectomía fue un paso habitual con la vitrectomía de 20 gauge; hasta la aparición de la cirugía de vitrectomía microincisional, que busca esclerotomías autosellables, en las que no sea necesario suturar la herida. Para alcanzar este objetivo se utilizan instrumentos de menor calibre, cánulas y una cuidada construcción de las esclerotomías.<sup>51-53,100</sup>

El primero de estos nuevos procedimientos fue la vitrectomía de 25 gauge introducida por Fuji<sup>52</sup> en 2002, con un diámetro de sus instrumentos de 0.5 mm. Eckardt<sup>53</sup> en el año 2005, en un intento de alcanzar un instrumental que conservara las ventajas de la vitrectomía 25 gauge y mejorar sus inconvenientes, introdujo la vitrectomía de 23 gauge, con un diámetro de 0.75 mm en sus instrumentos. La vitrectomía microincisional ha ido ganando adeptos con el paso de los años siendo estos los calibres más utilizados en los instrumentos y las esclerotomías realizadas en la actualidad.<sup>101,102</sup>

### **-Construcción esclerotomías**

Junto con la aparición de la vitrectomía microincisional y las esclerotomías autosellables se comenzó a hablar de los factores que influyen en el cierre adecuado de la incisión tras la cirugía, ya que la fuga de estas heridas se ha relacionado con complicaciones como hipotonía, endoftalmitis y desprendimiento coroideo.<sup>97</sup>

Uno de los factores que influyen en conseguir una esclerotomía estanca, es la forma en que se realiza la incisión; se ha visto que las esclerotomías realizadas de manera oblicua fugan menos que las practicadas de forma perpendicular (o directa), y tienen una menor

tasa de complicaciones. Eckardt cuando presento la vitrectomía de 23 gauge describió la inserción oblicua de los trocares al hacer la esclerotomía. La incisión oblicua, así mismo, se ha mostrado eficaz en la vitrectomía de 25 gauge, mejorando la impermeabilidad de las esclerotomías.<sup>54,55</sup>

La entrada directa se practica perpendicular al globo sin angulación; la ventaja de esta forma de la incisión es que es muy fácil y rápida de realizar; la desventaja es que a menudo se producen fugas de la herida, más frecuentes a medida que se aumenta el calibre del instrumental.

La incisión es oblicua cuando el trocar se dirige en un ángulo de al menos 30° con respecto a la esclera. La longitud de la incisión dentro de la esclera se ve modificada según el ángulo con el que se inserta el trocar. En teoría, la tunelización de la incisión permite reducir la fuga postoperatoria de la esclerotomía.<sup>97,100</sup>

### **-25 gauge**

La técnica para realizar las esclerotomías de calibre de 25 gauges, se inicia desalineando la conjuntiva del sitio de la incisión escleral, a 3,5-4 mm del limbo esclerocorneal: mediante una pinza o un bastoncillo se desplaza la conjuntiva y se realiza la incisión. La incisión puede ser directa u oblicua; en el año 2006 se describió la incisión oblicua en la vitrectomía de 25 gauges, en un intento de reducir las complicaciones como la fuga del contenido ocular y la hipotonía.<sup>54,55</sup> En el sitio de la esclerotomía se coloca una cánula de un diámetro externo de 0.61 mm y un diámetro interior de 0.42 mm, por el que se introduce el instrumental para realizar la vitrectomía<sup>103</sup>. En un inicio se planteó este calibre, para cirugías sencillas como agujeros maculares o membranas epirretineanas, pero con el tiempo, con la experiencia adquirida y con las mejoras en los instrumentos se han ido incluyendo indicaciones más complejas.<sup>51,52,98</sup>

### **-23 gauge**

Al igual que en la vitrectomía de 25 gauges lo primero que se hace es desalinear la conjuntiva de la entrada de la incisión, a nivel de la *pars plana*. Esto ha demostrado reducir significativamente la tasa de hipotonías, ya que la conjuntiva y la cápsula de Tenon cubren la esclerotomía cuando se sacan los trócares al final de la intervención.<sup>87</sup>

Existen dos formas de realizar las esclerotomías en uno o dos pasos. La vitrectomía de 23 gauges con un sistema de entrada en un paso es el que es provisto por Alcon Surgical, TX, USA. Este consiste en un trocar afilado que tiene la cánula incluida. La forma del cuchillo del trocar es por un lado biselado y el otro lado tiene dos bordes de corte. Se ha visto que al hacer la incisión con el lado biselado en dirección contraria al ojo, el trocar se inserta más vertical a lo esperado, por lo que el túnel escleral que obtenemos es más corto; lo contrario ocurre cuando la incisión se hace con el bisel de cara al ojo, en cuyo caso se obtiene un túnel escleral mayor. Se ha visto que la fuga de la herida es más frecuente cuando la herida es realizada con el bisel en dirección contraria al globo ocular<sup>104</sup>.

El sistema de entrada de dos pasos, fue diseñado por Eckardt y es comercializado por Dutch Ophthalmic Research Center (DORC)<sup>59</sup>, Zuidland, Netherlands. Para desplazar la conjuntiva utiliza una placa de compresión, con una abertura central a 3,5 mm del borde, a través de la cual se introduce el cuchillo microvitreo-retineano. Este cuchillo consta de un doble bisel en ambos lados y es el utilizado para hacer la incisión de manera oblicua. La incisión escleral con este instrumento se corresponde con el ángulo y longitud esperada. Tras realizar la punción escleral, se introduce el trocar con la cánula.<sup>104</sup>

La cánula introducida en la vitrectomía de 23 gauges tiene un calibre exterior de 0,74 mm y un diámetro interno de 0,56 mm.<sup>103</sup>

### **-Cierre esclerotomías**

Cuando hemos finalizado la cirugía, tras comprobar la periferia retiniana para descartar desgarros retinianos; retiramos los instrumentos que hemos utilizados para realizar la vitrectomía y comprobamos el flujo libre de suero o aire a través de las cánulas. Para evitar las bridas vítreas durante la extracción de las cánulas, es importante retirarlas con un instrumento en su interior, como un tapón o la sonda de iluminación.<sup>97</sup>

Una vez retiradas las cánulas se desplaza y presiona la conjuntiva unos momentos con un bastoncillo o pinza, la última en retirarse es la cánula de la infusión que se retira en una única maniobra<sup>59,105</sup>

Se comprueba durante 2 o 3 minutos que el ojo conserva una adecuada presión intraocular. Si estuviera hipotónico tras este tiempo, se inyecta líquido o gas con una aguja

de 30-gauge a través de la *pars plana*. Los signos de escape pueden consistir en formación de una ampolla o *bleb* conjuntival significativo, incapacidad del ojo de mantener una presión fisiológica, y existencia de líquido o gas saliendo por las incisiones. Las esclerotomías permeables pueden cerrarse usando diferentes técnicas, lo que puede requerir una pequeña incisión conjuntival.<sup>59</sup>

Se ha comprobado que cirugías más complejas, de mayor tiempo de duración y con más manipulación del sitio de incisión, tienen una mayor frecuencia de incompetencia en las esclerotomías. Así mismo se ha visto que en ojos con un intercambio parcial o completo aire/líquido se facilita el adecuado cierre de la herida.

En relación a la construcción de las esclerotomías se ha visto que las incisiones directas fugan con mayor frecuencia con respecto a las oblicuas. En ojos de pacientes con escleras finas, como miopes altos, pacientes con uveítis, o con vitrectomías previas se ha visto una mayor frecuencia en la necesidad de cierre activo de las esclerotomías. Del mismo modo, se observó un aumento en la frecuencia de heridas incompetentes en pacientes jóvenes. Por seguridad se recomienda cerrar de manera activa las heridas, ante casos de infección de la conjuntiva o párpados, ante un ojo único, y ante cualquier situación que nos haga dudar de la competencia de la incisión.<sup>97,102</sup>

### **-Ventajas**

Entre los beneficios de la vitrectomía microincisional se encuentran una disminución en el tiempo de curación de la herida, menos molestias en el paciente, reducción en el cambio astigmático postoperatorio, menor tiempo invertido en la apertura y cierre de las esclerotomías. La inflamación postoperatoria y la necesidad de medicación tópica tras la cirugía se reduce, y con ello, el riesgo de hipertensión intraocular inducida por corticoides. Además, la recuperación visual con el sistema 25-gauge es más rápida que con la vitrectomía 20-gauge en pacientes con patologías similares<sup>84-95</sup>.

### **-Desventajas**

Los principales inconvenientes de la vitrectomía 25 gauge en sus inicios fue un menor flujo de infusión y cortes del vitreotomo, alargando el tiempo de vitrectomía con respecto al sistema de 20 gauges, y una mayor dificultad para acceder al vítreo periférico. La flexibilidad de los instrumento fue otro de los principales inconvenientes, describiéndose casos de rotura del material a nivel intraocular y dificultad en la manipulación del globo durante la cirugía.<sup>98,100,106,107</sup>

Por su parte, los sistemas de 23-gauge nacieron en un intento de mejorar los inconvenientes del 25-gauge conservando las ventajas de esta como las esclerotomías autosellables sin sutura, con instrumentos más resistentes y funcionales.

### **-Complicaciones**

Las complicaciones observadas con los sistemas de vitrectomía microincisionales, incluyen un mayor riesgo de endoftalmitis, hipotonía y desprendimiento coroideo postoperatorio, debido al mayor riesgo de padecer incompetencia incisional postquirúrgica.  
106, 108-126

La mayoría de las complicaciones están relacionadas con incompetencia incisional e hipotonía postoperatoria<sup>100</sup>. Otras complicaciones potencialmente graves podrían ser desprendimientos coroides, efusión coroidea y endoftalmitis, entre otras. El contenido ocular puede ser drenado fuera del globo a través de la incisión no autosellada, provocando la hipotonía. Esta mediante un efecto sifón, puede atraer bacterias desde la superficie ocular al interior de la cavidad vítrea favoreciendo la aparición de endoftalmitis.<sup>97, 98</sup>

La hipotonía por sí sola, no se asocia a más complicaciones, observándose principalmente los primeros 7 días tras la cirugía, sobre todo el día 1 post vitrectomía. Tras 7-10 días la presión se suele normalizar. Se ha visto que tras la vitrectomía de la base vítrea, hay una mayor frecuencia de casos de hipotonía; se ha planteado que al eliminar el efecto “tapón” que genera la base del vítreo sobre las esclerotomías, aumenta fuga de líquido por las incisiones. Por ello, se ha asociado la ausencia de vítreo periférico a una mayor tasa de ampollas conjuntivales.<sup>98-101, 127-129</sup>

Con respecto al aumento de riesgo de desprendimiento de retina con los sistemas microincisionales se observó en estudios comparativos con incisiones de 20 gauges, que no existían diferencias significativas.<sup>130</sup> Los desprendimientos de retina tras vitrectomía de 23-25 gauge se relacionan con lesiones preexistentes de la retina periférica, como supone la presencia de retinosquisis, degeneraciones periféricas o desgarros que no son observados ni tratados durante la cirugía. Se ha estudiado la influencia en la aparición de desgarros y desprendimientos de retina, la reapertura de lesiones regmatogenas antiguas, el desarrollo de proliferación vítreo retiniana posterior, así como, la encarceración del vítreo a través de las esclerotomías y al faldón vítreo residual, que al contraerse puede generar tracción sobre la retina. La provocación mecánica de un desprendimiento vítreo posterior se ha visto como un importante factor de riesgo en la aparición de desprendimientos de retina postoperatorios. En todo caso, para prevenir estas situaciones es muy importante revisar la periferia de la retina, ya que ante la presencia de cualquier lesión, se puede tratar durante la misma cirugía.<sup>131,132</sup>

La endoftalmitis es una patología infecciosa devastadora para el ojo. Lo principales agentes involucrados son bacterias, como las *Propionibacterium*, *Streptococcus* y *Staphylococcus*. Los estafilococos coagulasa negativos (*Staphylococcus epidermidis*), son a su vez los que mejores resultados visuales permiten tras la resolución de la infección, comparado con endoftalmitis producidas por otros germenos.<sup>82,133,134</sup>

Tras la vitrectomía existe una baja incidencia de endoftalmitis, en la vitrectomía de 20 gauge su incidencia fue disminuyendo a través de los años, desde una tasas de 0.14% en los años setenta hasta un 0.05% publicado en los años 2000. Con la aparición de las vitrectomías microincisionales se observó un alarmante aumento en la incidencia de estos casos, con tasas de 0.23-0.84% en 25 gauge. Se relacionó la filtración postoperatoria de las esclerotomías con este aumento en la incidencia, ya que las incisiones oblicuas tenían una menor incidencia de endoftalmitis comparado con las incisiones directas. Por ello, para disminuir el riesgo de endoftalmitis se recomienda una adecuada construcción de las esclerotomías, vigilar y tratar las encarceraciones vítreas, y el cierre de las incisiones de manera activa ante cualquier duda respecto a su competencia. En estudios posteriores no se han vuelto a observar diferencias significativas en la incidencia de endoftalmitis entre

los distintos grupos de calibres de vitrectomías (20, 23 y 25 gauge).<sup>125,126,135-142</sup>

### **I.3.4.3 Vitrectomía 27-gauge**

Presentada por Oshima en el año 2010. Gracias al avance tecnológico alcanzado con las fuentes de iluminación derivadas del Xenón, el vapor de mercurio y de las luces LED fue posible el diseño de instrumentos de este calibre. Los vitreotomos se construyeron de una longitud menor para mantener la rigidez y se aumentó el número de cortes del vitreotomo.<sup>93,93,56</sup>

#### **-Construcción esclerotomías**

En la vitrectomía de 27 gauge, dado el pequeño calibre de sus instrumentos, se planteó como ventaja la realización de las esclerotomías de manera directa, sin ser necesarios los cuidados en la construcción de la incisión que se deben tener en calibres mayores. Sin embargo, algunos autores recomiendan realizar incisiones oblicuas con estos instrumentos aunque tengan menor riesgo de fuga las esclerotomías, sobre todo en cirugías con una amplia ablación de la base vítrea.<sup>143</sup>

A nivel de la *pars plana*, una vez desalineada la conjuntiva del sitio de la incisión, se realiza la esclerotomía. Se puede usar o no, un sistema de trocar cánula, dado que con este calibre, el riesgo de incarceration vítrea en la incisión es menor. La cánula ayudaría a localizar el sitio de la esclerotomía al introducir los instrumentos, y también en casos más complejos con mayor intercambio de instrumentos durante la cirugía.<sup>56,93</sup>

En cuanto a los ciclos de trabajos en la vitrectomía de 27 gauge, en un inicio fueron en los rango de los 1000 a 1500 cortes por minuto. En el año 2012, se desarrolló un vitreotomo de 27 gauge capaz de alcanzar los 7500 cortes/minuto. Esta tasa de corte permite una distancia de atracción de los tejidos más corta, una menor tracción y una mayor precisión de disección, y por lo tanto, un procedimiento más seguro.<sup>56,93,143</sup>

### **-Cierre esclerotomías**

Dado su pequeño calibre, una vez retirado los instrumentos de la cirugía, las heridas quedan autoselladas sin necesidad de suturas, evitando las complicaciones derivadas de la filtración de las incisiones.<sup>56,93</sup>

### **-Ventajas**

Este sistema de vitrectomía, posee las virtudes de los sistemas microincisionales, con la ventaja de la eliminación de los problemas relacionados con la construcción y la incompetencia incisional postquirúrgica. Sus indicaciones principales han sido enfermedades maculares o hemorragias vítreas, donde se ha visto su beneficio con tiempos quirúrgicos más cortos y recuperaciones más rápidas.<sup>143</sup> Con las mejoras en los instrumentos cada día se va ampliando su uso en nuevas indicaciones.<sup>56,93</sup>

### **-Desventajas**

La flexibilidad y falta de rigidez de los instrumentos fue uno de los temas que afectó el desarrollo de la vitrectomía de 25 gauge en sus inicios. Este tema afecta de igual manera a los instrumentos de 27 gauge; para proporcionar una mayor rigidez al material se aplicaron las siguientes medidas: se acortó la longitud del vitreotomo (25mm) y de la sonda de iluminación (13 mm). Esta longitud permite la realización de la vitrectomía central y periférica de manera adecuada en ojos de longitud axial entre 22 y 28 mm. También se planteó el uso de cánulas valvuladas que añaden rigidez a los instrumentos, alcanzando grados de estabilidad más altos que los observados con los instrumentos de 25 gauge estándar. Aunque la flexibilidad de los instrumentos sigue siendo un tema en discusión en la cirugía con 27 gauge.<sup>56,93</sup>

Otros problemas que presenta la vitrectomía 27 gauge son las tasas de aspiración e infusión más bajas. Pero el hecho es que al cortar el vítreo en fragmentos muy finos, con el vitreotomo ultra rápido, 7500 cortes por minuto, la viscosidad del vítreo disminuye y la tasa de flujo vítreo mejora, llegando a ser la eficacia de este vitreotomo el doble que la ofrecida por el vitreotomo de 25 gauge de 2500 cortes por minuto.<sup>56</sup>

### I.3.5 Técnica quirúrgica

Tras la anestesia y la limpieza palpebral. Se colocan los paños estériles para aislar el campo quirúrgico y se procede a ajustar el microscopio, la mesa que se apoya en el suelo, la cabecera del paciente y las manos del cirujano<sup>86</sup>.

#### I.3.5.1 Incisiones

Al inicio de la cirugía de vitrectomía se realizan las esclerotomías a nivel de la *pars plana*; a 3,5 mm del limbo esclero-corneal en paciente pseudofácicos y a 4 mm en fáquicos. Una entrada demasiado anterior expondrá a lesiones de la zónula o de la cara posterior del cristalino, mientras que una entrada demasiado posterior puede dañar la retina.

Desde el diseño de la vitrectomía de 20 gauge se separaron las funciones de irrigación y corte, infusión e iluminación en tres entradas. De estas tres incisiones, es importante que el terminal de infusión este fijo, por lo cual se prefiere conectar en la posición temporal inferior.<sup>87</sup> El vitrectomo y la sonda de iluminación que durante la cirugía están en movimiento, deben estar lo suficientemente separadas del borde orbito-palpebral para permitir una adecuada movilidad.

Al hacer las esclerotomías, debemos evitar los meridianos horizontales por donde discurren los vasos ciliares, para evitar lesionarlos. Las posiciones alejadas a la horizontal, y los alejados de los meridianos de las 6 y 12 horas, para evitar los bordes orbito-palpebrales, son los que quedan disponibles para realizar las incisiones esclerales.

Para permitir una adecuada visualización de toda la retina a través de la sonda de iluminación, hay que tener cuidado con el lugar en que se construyen las esclerotomías. En las posiciones demasiado próximas al meridiano de las 12 horas, la periferia superior de la retina jamás estará bien iluminada. Si se introduce la luz endo-ocular por el meridiano de las 11 horas y después, por el de la 1 hora, el meridiano de las 12 horas no podrá ser iluminado. Por el contrario, si la luz endo-ocular se introduce a las 10.30 horas y a las 2.30 horas, podrá iluminarse toda la periferia de la retina<sup>87</sup>. Con respecto a la sonda de luz, es conveniente mantenerla a distancia de la retina para evitar reflejos y deslumbramientos, disminuyendo el riesgo de foto-traumatismo y aumentando el campo iluminado.

### **I.3.5.2 Vitrectomía**

Una vez realizadas las incisiones esclerales, procedemos a introducir los instrumentos y a trabajar sobre el vítreo. Cuando se trabaja en la parte central, se puede utilizar una aspiración relativamente alta con una frecuencia de corte media sin demasiado riesgo. Al trabajar cerca de la retina periférica, existe riesgo de introducirla en la ventana del vitreotomo y de producir un desgarro iatrogénico, aún más si la retina es móvil debido a un desprendimiento. Por este motivo, cuando trabajemos cerca de la retina será necesario disminuir el flujo de aspiración, así como aumentar la frecuencia de corte del vitreotomo.

Al realizar la vitrectomía mantendremos visibles la punta de la sonda de iluminación y el orificio de corte del vitreotomo en la cavidad vítrea. Identificaremos las estructuras que corresponden a la parte posterior del cristalino y la retina. Si la retina no se visualiza de manera adecuada, se puede tocar con los instrumentos dando lugar a desgarros, desprendimientos de retina, hemorragias o incluso, si se golpea con suficiente fuerza, hemorragias coroideas.<sup>62</sup> La sonda de iluminación se orienta de modo que alumbré las fibras vítreas en el orificio de corte del vitreotomo, y la superficie de la retina.

La ablación del vítreo se inicia con el vitreotomo en la periferia media de la cavidad vítrea, para evitar las tracciones que serían máximas en el centro de la cavidad. En el momento en que aparece una separación entre el vítreo periférico y el central por medio de una cavidad ópticamente vacía, se avanza al centro en forma circular donde el vítreo central, liberado de sus adherencias periféricas, será rápidamente aspirado.<sup>87</sup>

Durante la cirugía podemos observar con frecuencia el desprendimiento de vítreo. El anillo peripapilar no es siempre visible cuando el vítreo está completamente desprendido, pero se reconoce esta situación cuando se observa un espacio vacío entre el vítreo anterior y el resto de la cavidad vítrea. Sin embargo, hay que tener precaución ya que hay situaciones que pueden simular un desprendimiento posterior de vítreo, siendo amplias lagunas posteriores que dejan una fina capa de córtex adherido a la retina. Hay que asegurarse de que no queda córtex vítreo adherido a la retina.<sup>87</sup>

Para retirar el córtex vítreo o hialoides posterior, se podrá utilizar la aspiración activa del vitreotomo colocado por encima de la papila óptica, si existe vítreo, éste

aparecerá como una estructura semitransparente que modifica la superficie de la retina. Se continua con la aspiración hasta que aparezca una estructura brillante y móvil correspondiente a la hialoides posterior desprendida, en este momento se puede observar el anillo peripapilar. La hialoides posterior se separa de la retina hasta la parte posterior de la base del vítreo.

Otra forma de retirar el córtex adherido a la retina es mediante la aguja back-flush, que posee una contera de silicona de 3 a 4 mm de longitud muy flexible. La punta del tubo se inmoviliza si la ocluye con el córtex vítreo durante la aspiración pasiva cerca de la retina. Cuando el córtex se introduce en la extremidad de la sonda de extrusión, se puede continuar la aspiración hasta desprender el vítreo.<sup>87</sup>

Una vez eliminado el vítreo central y producido el desprendimiento posterior del vítreo, se puede abordar la vitrectomía periférica. Esta puede ser realizada de manera más o menos exhaustiva dependiendo de la indicación del procedimiento, siendo lo más completa posible, por ejemplo en los desprendimiento de retina.

Para considerar la vitrectomía como completa, se debe disecar de la retina la base del vítreo. Muchas veces para realizar este procedimiento se requiere efectuar la vitrectomía con indentación.

El vítreo residual puede favorecer la aparición de proliferación vireorretiniana (PVR) anterior, la vitrectomía estimula el crecimiento de células de la base del vítreo que pueden desencadenar la contracción del vítreo residual.

Luego de ablacionar el vítreo se llevarán a cabo los procedimientos adicionales requeridos por la patología que presente nuestro paciente. En los casos de desprendimiento de retina regmatógeno, se debe afeitar a conciencia el vítreo que se encuentre en los bordes del desgarro retiniano, para eliminar toda tracción residual. Los cuernos de los desgarros gigantes, así como el opérculo se podrán agrandar mediante una pequeña retinectomía, que nos asegure la liberación del vítreo circundante<sup>87</sup>.

### **I.3.5.3 Cierre de esclerotomías**

Tras la realización de la cirugía y luego de retirar los instrumentos y cánulas, se procede a cerrar el acceso abierto al interior del ojo. El asegurar la adecuada impermeabilidad de las esclerotomías es de vital importancia, para evitar la fuga del contenido intraocular, y a su vez la introducción de partículas externas al interior del ojo, que podrían ser causa de infección.

En la vitrectomía de 20 gauge al ser de un mayor calibre, se debe asegurar el cierre de las incisiones esclerales, tradicionalmente a través de puntos de sutura, del mismo modo que la conjuntiva debe volver a ser posicionada en su sitio para lo cual se suele utilizar la sutura. Se han descrito distintas técnicas para evitar suturar estas esclerotomías dado el tiempo que consume y las molestias que ocasionan a los pacientes como la inflamación, dolor y sensación de cuerpo extraño.<sup>144-148</sup>

En 1996, Chen planteó la posibilidad de realizar un bolsillo escleral con el objetivo de que estas incisiones fueran autosellables, evitando las suturas esclerales aunque las de la conjuntiva seguían siendo necesarias. Fueron descritos diversos problemas con la técnica como filtraciones de la herida y hemorragias. Esta técnica fue modificada por Kwok, quien rotó el bolsillo 90 grados para evitar el daño al cristalino. Aún así se siguieron reportando casos de fuga de la herida, incarcerationes vítreas y necesidad de sutura a nivel de la esclera.<sup>49,50,98, 109</sup>

En el camino de eliminar la necesidad de suturas, apareció la vitrectomía microincisional, con instrumentos de calibres más reducidos que en teoría permitían esclerotomías autosellables, sin necesidad de suturas. Con el tiempo se evidenció que esto era una realidad a medias, ya que un porcentaje de las esclerotomías entre el 0 y el 38,5% fugan, con lo cual se requiere de un método adicional para asegurar su impermeabilidad.<sup>100,127,149-157</sup>

La incompetencia incisional postquirúrgica, como ya se ha comentado previamente, se ha relacionado con hipotonía y esta a su vez con la aparición de desprendimientos coroideos y con aumento del riesgo de endoftalmitis.<sup>125,126</sup>

## I.4 FORMAS DE CIERRE DE LAS ESCLEROTOMIAS

La forma más utilizada de cierre de las incisiones esclerales son las suturas, en la búsqueda de alternativas para el cierre de las esclerotomías se han probado distintas técnicas como la diatermia, y los pegamentos tanto de origen biológico como sintético.

### I.4.1 Suturas

Las suturas, con distintos materiales (vicryl, nylon), han sido la forma más ampliamente usada de asegurar el cierre de las esclerotomías y de la conjuntiva en la vitrectomía de 20 gauges. El interés en disminuir su utilización ha nacido de los inconvenientes que genera; como el aumento en el tiempo quirúrgico, molestias y dolor postoperatorio del paciente, el astigmatismo corneal inducido, inflamación y granulomas, también pueden alargar la recuperación visual y prolongar el uso de medicación tópica para las molestias. De igual manera el retirar las suturas, un par de semanas tras la cirugía, sigue causando molestias a los pacientes.<sup>145,146,148,158-160</sup>

En una encuesta realizada en 2010 a cirujanos de retina (miembros de la sociedad americana de especialistas en retina) que emplean vitrectomías de 23 gauges, se vio que el 91.3% suturaba al menos una esclerotomía durante la cirugía.<sup>148</sup> Muchas incisiones son suturadas ante la sospecha de su incompetencia y en casos de ojo único, escleras finas o reintervenciones, vitrectomías amplias de la base del vítreo, se recomienda asegurar las esclerotomías.<sup>97</sup>

En las vitrectomías microincisionales a pesar de suturar las esclerotomías filtrantes en quirófano, se observa un porcentaje significativo de casos con hipotonía en el postoperatorio inmediato<sup>157</sup>. Uno de los factores de riesgo para la aparición de la hipotonía es una inadecuada sutura de la esclerotomía, como ocurre cuando no abrimos la conjuntiva antes de suturar. Muchas veces la sutura se complica con la presencia de sangrado o

quemosis conjuntival.<sup>148</sup> Se recomienda suturar de forma más meticulosa, abriendo la conjuntiva y visualizando la esclerotomía al suturarla, esto aseguraría el correcto cierre de la incisión. El inconveniente es lo mismo, el que abrimos la conjuntiva, paso que queremos evitar al realizar una vitrectomía de 23 o 25 gauge.

En un intento por mejorar las molestias asociadas a las suturas, Lee y colaboradores describieron la práctica de puntos de lazo, que permitían retirarlos de forma sencilla en la lámpara de hendidura en la revisión del día siguiente a la cirugía. De esta manera la incisión estaba cerrada por el punto de sutura las primeras horas postoperatorias, las cuales se asocian a mayores complicaciones por la incompetencia de la esclerotomía.<sup>125,126,161</sup>

En un estudio histológico sobre esclerotomías realizado por Singh y colaboradores, se comparaban esclerotomías de 20 gauge (suturadas vs pegamento) y 23 gauge (sutura oblicua sin cerrar vs pegamento) expuestas a tinta india. Se observó el paso de la tinta al interior de la esclerotomía en 1/6 de los ojos suturados y 4/6 de los ojos con incisiones autosellables sin maniobra de cierre. Lo cual hace dudar de la competencia de las esclerotomías cerradas por estos métodos<sup>146</sup>.

## **I.4.2 La diatermia**

En el siglo XIX, D'Arsonval descubrió cómo la electricidad podía causar aumento de la temperatura corporal.<sup>162</sup> La temperatura cambia en función de la densidad de corriente, y el calor producido es inversamente proporcional a la superficie del electrodo. Estos efectos térmicos son fundamentales para la función de los instrumentos electroquirúrgicos, ya que la velocidad a la que los tejidos son calentados juega un papel crucial en la determinación del efecto clínico. Al aplicar corriente oscilante a un tejido, aumenta la temperatura intracelular provocando daño tisular, que pasados los 45°C es irreversible por la desnaturalización de las proteínas, a temperaturas mayores de 90°C, el líquido de los tejidos se evapora, provocando la desecación o vaporización de estos tejidos, al alcanzar los 200°C, los componentes sólidos residuales se reducen a carbón.

Los generadores electroquirúrgicos pueden proporcionar energía de forma bipolar o monopolar. En la administración bipolar de la energía, el electrodo activo y el de retorno están integrados en la misma pieza. En la monopolar la electricidad va desde el electrodo activo, pasando a través del cuerpo del paciente, hasta el electrodo dispersivo conectado al generador, completando así el circuito.

En los instrumentos bipolares, la energía eléctrica se focaliza en el tejido comprendido entre los dos electrodos, que suelen estar integrados cada uno en una de las ramas de una pinza. La aplicación de energía de esta manera es más segura, con menos posibilidades de dispersión accidental de corriente y de provocar quemaduras. Frecuentemente se usan parámetros de baja potencia, que se aumentan de a poco si es necesario.

La diatermia fue desarrollada por Bovie, a principios del siglo XX, quien construyó una unidad productora de corriente de alta frecuencia, que podía ser usada para cortar, coagular y disecar<sup>163</sup>.

La aplicación quirúrgica de estos dispositivos es amplia en cirugía tanto para abrir tejidos superficiales como profundos, y para sellar vasos en el mantenimiento de la hemostasia. Se han utilizado ampliamente en el campo de la cirugía general y en oftalmología se utilizan en cirugía de estrabismo, glaucoma, retina y en especial de párpados y vía lagrimal para controlar el sangrado de los tejidos.<sup>148,164-168</sup>

En cuanto a la cirugía de retina, en el año 2011 se publicó un estudio que utilizó la diatermia bipolar (Alcon laboratorios, Inc.) sobre incisiones filtrantes, con buenos resultados. La diatermia se aplicó sobre la conjuntiva adyacente a la esclerotomía que filtraba, se mantuvo hasta alcanzar un blanqueamiento de la zona. De esta manera se coagulaban las proteínas tisulares y se conseguía la fibrosis del tejido conjuntival y escleral, de forma que este ocluía la incisión.

A través de la diatermia se alcanzó el cierre de las esclerotomías tratadas, con pocos efectos secundarios, ausencia de molestias o sensación de cuerpo extraño y movilidad normal de la conjuntiva adyacente. Se propuso la práctica de esta técnica en las incisiones filtrantes y de manera preventiva en incisiones con alto riesgo de fuga postoperatoria.<sup>169</sup>

En estudios posteriores se vio hasta un 97% de éxito en el cierre de incisiones filtrantes, mediante diatermia bipolar. Se estudiaron estas incisiones mediante tomografía de coherencia óptica Visante, en las que se vio un área hiperreflectiva que hacia sombra sobre la incisión los primeros días tras la cirugía, que desaparecía al mes dejando los labios de la esclerotomía bien alineados, se especuló con la posibilidad de que el cierre de la esclerotomía se producía al crear un tapón conjuntival que ocluía la incisión. Esta idea se apoya en que al aplicar diatermia directamente sobre la esclera no se consigue el cierre de la incisión.<sup>148</sup>

Existen complicaciones relacionadas con el uso de la electricidad en las cirugías, sobre todo con la administración inadvertida de electricidad en zonas no deseadas, que pueden darse por fallos en el aislamiento del equipo o por activación inadecuada del equipo. Estas complicaciones pueden afectar tanto al paciente como al cirujano.

### **I.4.3 Los pegamentos**

En la búsqueda por un sustituto a las suturas para el cierre de las heridas tanto traumáticas como quirúrgicas, se han desarrollado los pegamentos tisulares. A lo largo del siglo XX, se han ido desarrollando distintos tipos de pegamentos tanto de origen biológico como sintéticos. Algunas de las propiedades que debería poseer un pegamento tisular serían la de permitir un tiempo de trabajo antes de que se produzca la adhesión, tener una fuerza de tensión capaz de mantener la integridad de la herida y ser lo suficientemente transparente como para permitir la visión a través de él. También debería ser biocompatible, permeable a fluidos y metabolitos para prevenir la necrosis, no inducir inflamación, tendría que desaparecer con el tiempo para permitir la cicatrización, y finalmente debería ser accesible y asequible.<sup>170</sup>

De todos los pegamentos, los más usados, y por ello, más mencionados en la literatura son los derivados del cianoacrilato y de la fibrina<sup>171</sup>.

### **I.4.3.1 Origen biológico**

Pegamentos derivados de componentes hemáticos, como los derivados de fibrina y el “mussell glue” procedente de una proteína de los mejillones.

#### **I.4.3.1.1 Pegamentos de Fibrina**

Son los primeros pegamentos tisulares desarrollados, ampliamente utilizados en distintas cirugías tanto oculares como extra oculares.

##### **-Historia**

Desde comienzos del siglo XX, se reconoció a la fibrina como el soporte para la regeneración tisular y el uso de tapones de fibrina fue propuesto para acelerar la hemostasia local. En 1909 fue descrito el uso quirúrgico de las propiedades hemostáticas de los polvos de fibrina. Durante la segunda guerra mundial se vio un renacimiento de los sellantes de fibrina y de la combinación de fibrinógeno y trombina como un apósito reabsorbible para las heridas, estos apósitos fueron empleados para conseguir la hemostasia a nivel local.<sup>171,172</sup>

Fue en 1944 cuando Tidirick utilizó la fibrina para fijar un injerto de piel. También en estos años se utilizó por primera vez el pegamento de fibrina en oftalmología, al utilizarse para unir injertos corneales en conejos.<sup>173,174</sup>

En 1990 se añadió aprotinina para demorar la lisis del coágulo de fibrina y se comenzaron a utilizar derivados de trombina humanos en vez de derivados bovinos con lo cual se disminuyó el potencial de reacciones alérgicas y de reacción cruzada con factores de coagulación humanos.<sup>175-177</sup>

##### **-Mecanismo de acción**

Los pegamentos de fibrina imitan los últimos pasos de la cascada de coagulación, que poseen la capacidad de adhesión.<sup>177</sup>

Cuando la cascada de la coagulación se desencadena, el factor X activado, hidroliza selectivamente protrombina a trombina y convierte el fibrinógeno en fibrina. La trombina, también activa el factor XIII, que en el pegamento de fibrina, está junto al fibrinógeno. El

factor XIII estabiliza el coagulo promoviendo la polimerización y entrecruzamiento de las cadenas de fibrina para formar largos filamentos de fibrina en presencia de iones de calcio. Este es el paso final que tiene en común la vía intrínseca y extrínseca de la coagulación *in vivo*, la cual es imitada por los pegamentos de fibrina para inducir la adhesión tisular.

Posteriormente se produce una proliferación de los fibroblastos y la formación de tejido de granulación horas después de la formación del coagulo. A las dos semanas de aplicado el pegamento, la organización del coagulo es completa y como resultado el coagulo de fibrina es degradado de manera fisiológica.<sup>171</sup>

### **-Tipos de pegamento de fibrina**

Los pegamentos de fibrina actualmente empleados pueden ser de elaboración propia o producida comercialmente.

Los pegamentos de elaboración propia, son una opción más económica que los comerciales sobre todo cuando grandes volúmenes son requeridos. Sin embargo la calidad y estandarización de estos adhesivos no está bien controlada.<sup>172</sup>

Diversas técnicas se pueden utilizar para producir preparados de fibrina, pueden ser obtenidos de plasma autólogo u homólogo. El plasma utilizado mayormente proviene de donantes cribados al igual que para otros productos sanguíneos, a continuación se aplican solventes/detergentes para inactivar virus y así evitar el posible contagio de enfermedades. Aunque estos pasos no descartan del todo el teórico riesgo de transmisión de enfermedades por priones, razón por la cual se eliminó de la formula comercial la trombina y aprotinina bovina. Los pegamentos producidos de sueros autólogos evitan la transmisión de virus.

El plasma es centrifugado produciendo un precipitado que contiene el fibrinógeno y un sobrenadante con la trombina. El sobrenadante es lo que se utiliza como el componente de fibrinógeno y el precipitado se resuspende en un pequeño volumen, y es usado como el componente de trombina.

Para aumentar los niveles de fibrinógeno, fibronectina y otros factores de la coagulación obtenidos del plasma, se utiliza la frío-precipitación de las proteínas. En este proceso se alternan varios pasos de congelación y descongelación de la muestra. Este

proceso es sensible a las habilidades del técnico y del grado de automatización de los procesos, por lo que se puede modificar las concentraciones de los distintos factores presentes en el pegamento, lo cual hace que la calidad del pegamento sea impredecible.  
172,178-181

Los pegamentos de producción industrial (Tissucol /Tisseel de Baxter AG, Viena, Austria y Beriplast de CSL Behring GmbH, Marburg. Alemania) Consisten en dos viales que se mezclan al aplicarlos en el tejido que se desea unir. Uno de los viales contiene el fibrinógeno, el factor XIII y la aprotinina, y el otro contiene la trombina en una solución de cloruro cálcico.

La aprotinina es un inhibidor de la serin-proteasa, se encuentra en los pulmones del ganado bovino, esta proteína tiene función anti fibrinolítica, con lo cual el coagulo formado es más estable. Se ha identificado a esta proteína como responsable de muchos casos de anafilaxia producidos por el uso de pegamentos de fibrina.<sup>159,175</sup>

Es importante mantener la cadena de frio para asegurar la estabilidad de los componentes. Antes de su uso se retiran del frio y se templan a temperatura ambiente.

En el caso del adhesivo de fibrina Tissucol, sus componentes son preparados de un banco de sangre humana bien controlado. Las donaciones de plasma son evaluadas de manera individual mediante test serológicos para detectar el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), virus de la hepatitis B (VHB) y virus de la hepatitis C (VHC), adicionalmente se efectúa un cribado mediante PCR (reacción en cadena de la polimerasa) para detectar VIH, VHB, VHC, virus de la hepatitis A y parvovirus humano B19. Pasos adicionales se implementan para asegurar la inactivación de los virus, exponiendo las muestras a altas temperaturas durante horas (60°C al menos 10 horas). Los pegamentos de fibrina están disponibles en dos concentraciones de trombina, que regulan la rapidez de la formación del coagulo. A una concentración de trombina baja de 4 UI/ml, la formación del coagulo es más lenta aproximadamente 60 segundos y a una concentración de 500 UI/ml el coagulo se forma de manera casi espontanea (10 segundos).<sup>159,181,182</sup>

### **-Forma de utilización**

La aplicación sobre los tejidos puede hacerse de manera conjunta, con un mismo mecanismo, que inyecta los dos componentes en la misma proporción. Se puede aplicar también de manera secuencial poniendo primero el contenido del vial con fibrinógeno y luego el de trombina. Si se quieren unir dos superficies se puede aplicar cada uno de los componentes en una de las superficies. En todo caso las superficies que se desean unir deben estar meticulosamente secas y tras aplicar el pegamento hay que presionar los tejidos dejando tiempo para que se forme el coágulo de fibrina.<sup>171</sup>

Los pegamentos de fibrina han sido ampliamente usados en el campo quirúrgico tanto en cirugía general, torácica, neurocirugía o cirugía plástica. En el área de la oftalmología se han utilizado este tipo de pegamentos en cirugías a nivel de los distintos segmentos del ojo.<sup>181-185</sup>

### **-Cirugía de párpados y vías lagrimales:**

Se han utilizado para adaptar trasplantes de piel libre en cirugía de párpado, donde se ha demostrado que estimula el crecimiento fibrovascular de forma precoz. Se ha utilizado en casos de entropión del párpado superior y de triquiasis del párpado inferior para fijar injertos de piel y conjuntiva respectivamente.<sup>185,186</sup>

El uso de estos adhesivos se ha mostrado útil, tanto para unir tejidos como para el control del sangrado al retirar tejido cicatricial, por ejemplo en la reconstrucción del fórnix en cavidad anoftálmica con injerto de mucosa.<sup>187</sup>

En cirugía de la vía lagrimal se ha usado para reconstruir laceraciones canaliculares,<sup>188</sup> en canaliculocistostomía, canaliculodacriocistorrinostomía, para la microanastomosis entre el canaliculo y el saco lagrimal y para unir los flaps de la mucosa nasal y el saco lagrimal<sup>189</sup>. También se ha usado en cirugía oculoplástica y en cirugía reconstructiva<sup>190</sup>.

### **-Cornea**

En 1989 Lagoutte<sup>191</sup> usó el adhesivo de fibrina en perforaciones corneales, en úlceras con riesgo de perforación inminente, en casos de descematocele y en córneas extremadamente adelgazadas. Vrabec y colaboradores<sup>192</sup>, describieron la posibilidad de

usarlo como alternativa a la fijación del tejido corneal o escleral en perforaciones menores de 2 mm.

Los pegamentos de fibrina y el cianoacrilato se han mostrado efectivos en el cierre de perforaciones corneales de hasta 2 mm. Ambos se han utilizado para fijar membrana amniótica en perforaciones corneales y en úlceras corneales refractarias a tratamiento tradicional, resultando una opción viable. Se observó que el pegamento de fibrina generaba una cicatrización más rápida y fisiológica, y una menor vascularización corneal comparado con el pegamento de cianocrilato.<sup>193,194</sup>

Kaufman y colaboradores<sup>176</sup> demostraron que este pegamento se podía utilizar en la queratoplastia lamelar en lugar de las suturas. También se ha usado de forma efectiva y segura en queratoplastia penetrante<sup>195</sup>, trasplante de células madre limbares<sup>196</sup> y en queratoprótesis<sup>197</sup>.

En el área de la cirugía refractiva, los pegamentos de fibrina se han utilizado para el tratamiento del crecimiento intraepitelial. El pegamento forma una barrera mecánica y previene el crecimiento de células epiteliales bajo el flap. Se disuelve gradualmente en un par de semanas, que es cuando la superficie epitelial y la interfase estromal muestran una completa cicatrización sin células en la interfase.<sup>198, 199</sup> La principal desventaja en este terreno es su opacidad cuando polimeriza y que dificulta ver a través de él la existencia de células bajo el flap corneal.

### **-Conjuntiva y Pterigium**

En 1986 fue utilizado por primera vez sobre la conjuntiva<sup>200</sup>. Actualmente su uso ha ganado popularidad. Kheirhah y colaboradores<sup>201</sup> desarrollaron el trasplante de membrana amniótica usando pegamento de fibrina en ojos con conjuntivocalasia refractiva logrando una superficie conjuntival íntegra y lisa en un 44-56% de los casos. Kaufman fijo con pegamento la membrana amniótica en un defecto conjuntival tras la resección de una melanosis conjuntival.<sup>176</sup>

Es en la cirugía de pterigium donde este pegamento ha tenido su mayor utilización. Es un método seguro y efectivo para la fijación de injertos conjuntivales en cierre de heridas tras la cirugía de pterigion. Su uso da como resultado un acortamiento del tiempo

quirúrgico, menor inflamación y molestias postoperatorias. Un meta-análisis, concluyó la superioridad del pegamento de fibrina sobre las suturas para la cirugía de pterigión con autoinjerto conjuntival, donde se vio que el uso de este adhesivo reduce significativamente la tasa de recurrencia sin aumentar el riesgo de complicaciones. La dehiscencia del injerto o su pérdida se ha encontrado tanto en injertos fijados con sutura como con pegamento, sin diferencias significativas entre los dos grupos. Srinivasan y colaboradores, describieron el frotamiento ocular como factor de riesgo en la dehiscencia del injerto tras cirugía de pterigión con pegamento de fibrina<sup>202-208</sup>

### **-Cataratas**

El pegamento de fibrina se ha usado para el cierre de incisiones en cirugía de catarata<sup>208</sup>. También se han llevado a cabo estudios clínicos y experimentales acerca del cierre de roturas de las cápsulas anterior y posterior con resultados satisfactorios<sup>209</sup>

### **-Glaucoma**

En las cirugías de glaucoma se han utilizado los adhesivos de fibrina, para cerrar la conjuntiva en cirugía de trabeculectomía, descrito en 1996 por O'Sullivan. También para la reparación de las ampollas que fugan después de cirugía filtrante de glaucoma.<sup>210,211</sup>

Grewing y Mester<sup>212</sup> utilizaron este pegamento en dos casos complicados de hipotonía tras trabeculectomía sin filtración de la ampolla. Inyectaron el pegamento de fibrina bajo la conjuntiva sobre la superficie del flap escleral, disminuyendo la sobre filtración, tras lo cual se profundizó la cámara anterior y se resolvieron los desprendimientos coroideos que presentaban los pacientes.

Se ha utilizado en el implante de sistemas de drenaje como un sustituto seguro de alguna de las suturas. No altera el control de la presión intraocular, disminuye la inflamación conjuntival postoperatoria y reduce el tiempo quirúrgico.<sup>213</sup>

### **-Estrabismo**

Diversos autores han publicado, la utilización de pegamentos en el cierre de la conjuntiva en la cirugía de estrabismo. Al comparar el cierre conjuntival con pegamentos o con sutura, se describe menor inflamación y disminución de las molestias, con un bajo porcentaje de retracción conjuntival.<sup>214-217</sup>

### **-Retina**

A nivel de la cirugía retiniana, se ha utilizado el pegamento de fibrina con diferentes fines, desde el cierre de la conjuntiva y esclera, hasta el sellado de agujeros maculares.

En 1988, Zaubermann y colaboradores<sup>217</sup> lo utilizaron para el cierre conjuntival tras cirugía de desprendimiento de retina. En 2007, Mentens y colaboradores evaluaron el dolor, molestias y tiempo de baja laboral tras el uso del adhesivo de fibrina respecto del cierre conjuntival con sutura tras vitrectomía 20 gauge. Se enviaron cuestionarios a 506 pacientes y concluyeron que los pacientes tratados con pegamento de fibrina tenían menos dolor, molestias y bajas laborales más cortas que los que fueron suturados. De igual manera, se observó que los pacientes en los que se usó el adhesivo de fibrina utilizaron menos tratamiento tópico y la duración del ojo rojo fue más reducida.<sup>159,160</sup>

En 2009, Batman y colaboradores publicaron un estudio comparativo de pegamento de fibrina y sutura en el cierre de la conjuntiva y de la esclera en vitrectomía de 20 gauge. Tras retirar los instrumentos aplicaron una gota de pegamento de fibrina sobre los bordes de cada esclerotomía y juntaron los bordes con unas pinzas durante 45 segundos, tras lo cual comprobaron la fuga de las incisiones. Cerraron la conjuntiva poniendo 3 o 4 gotas de pegamento en la esclera alrededor del limbo en los 360° y aproximaron los bordes de la conjuntiva, manteniéndolos presionados contra la esclera 5-10 segundos. En este estudio se vio que las incisiones esclerales y la conjuntiva permanecieron bien unidas sin fugar, en ningún caso se requirió suturar tras tratar con el pegamento. Los autores recomendaron el uso de adhesivos de fibrina en los casos en que la sutura no se pudiese realizar de manera adecuada, como en escleras finas y tras reintervenciones.<sup>145</sup>

En las cirugías microincisionales existe el problema de las incisiones incompetentes postoperatorias, en las que se procede a suturar los sitios de las esclerotomías para asegurar el cierre. Batman y colaboradores propusieron el uso de pegamento de fibrina en estas ocasiones, en donde tras observarse la filtración por la incisión se procede a aplicar una gota de pegamento en el sitio de la esclerotomía a través de la abertura conjuntival, se presiona con una esponja durante 45 segundos, y luego se comprueba que la incisión no fuga. En su estudio sobre 38 ojos observaron que los pegamentos de fibrina son un efectivo

reemplazo a las suturas en el tratamiento de las esclerotomías filtrantes, sin casos de complicaciones relacionadas con la incisión ni la hipotonía<sup>144</sup>.

La búsqueda de un adhesivo de uso intraocular tiene muchos usos potenciales en el segmento posterior, en casos complicados de desprendimiento de retina con un pegamento adecuado se podría evitar el uso del taponamiento interno, así como eliminar la necesidad del posicionamiento post operatorio; también se podría evitar la fotocoagulación por láser o crioterapia.<sup>218</sup> El adhesivo de uso intraocular debería ser fácil de usar, seguro y efectivo; se han estudiado distintos productos, entre ellos los pegamentos de fibrina.<sup>219</sup> En estudios animales, se demostró su no toxicidad al ser utilizada en el interior del ojo. Aunque la retinopexia mediada por pegamentos de fibrina se asoció a la formación de membranas epirretinianas en conejos.

Coleman<sup>220</sup> trató con pegamento de fibrina a 7 pacientes, 4 con agujero macular y 3 con desgarro gigante de retina, donde observó que la mácula se fijaba correctamente en 3 de los 4 pacientes con agujero macular, pero ningún desgarro gigante permaneció con la retina aplicada.

En un estudio realizado con 114 pacientes con agujero macular, en los que tras la vitrectomía se aplicó plasma autólogo, el adhesivo de fibrina, y luego gas, se logró un 91% de cierre exitoso de los agujeros maculares al mes de la intervención. Se demostró, de esta manera, lo seguro que es el uso de pegamento de fibrina en estos casos.<sup>221</sup>

### **-Ventajas**

Los adhesivos de fibrina son ampliamente usados en oftalmología, donde se ha visto que no tienen efectos adversos en los tejidos oculares. Szursman y colaboradores no hallaron evidencia clínica o histológica de efectos adversos a nivel del epitelio, queratocitos o endotelio corneal en un estudio en conejos y Spierer no observó inflamación y vio la formación de poca cicatriz en su estudio sobre tejido extramuscular.<sup>222-225</sup>

El pegamento de fibrina induce menos dolor, lagrimeo y sensación de cuerpo extraño que las suturas de vicryl, durante el postoperatorio temprano.<sup>158</sup> Del mismo modo, estos pegamentos promueven la hemostasia, el entrecruzamiento del colágeno y la curación

de las heridas. La degradación del pegamento ocurre en un tiempo de días a semanas, sin producir metabolitos tóxicos. Con la aprotinina se ha alargado la duración del coágulo.<sup>225</sup>

El pegamento de fibrina reduce el tiempo quirúrgico total debido al ahorro del tiempo en la sutura de las heridas. Además, su uso ha demostrado disminuir el riesgo de infección postoperatoria de la herida, al contrario de lo que ocurre con la sutura convencional. Esto puede atribuirse a la acumulación de detritus en las suturas que pueden actuar como foco de infección. Mezclas de pegamento de fibrina y antibióticos se están usando en la actualidad para la administración local de actividad antimicrobiana<sup>172,173, 226-229</sup>.

Este pegamento ha sido usado durante 25 años en Europa, en más de 9.5 millones de procedimientos quirúrgicos.<sup>229,230</sup>

### **-Desventajas**

Aunque el pegamento de fibrina presenta una baja incidencia de reacciones alérgicas, se han descrito reacciones anafilácticas tras su aplicación en pacientes previamente expuestos a los adhesivos de fibrina o aprotinina. Se ha responsabilizado a esta proteína de origen bovino de las reacciones anafilácticas asociadas a estos pegamentos. La aprotinina sola se puede usar para disminuir el sangrado durante la cirugía, aunque se ha suspendido el uso de la aprotinina comercial por los efectos secundarios. El riesgo de desarrollar una reacción anafiláctica tras la re-exposición a esta proteína, es mayor durante el primer mes y disminuye considerablemente tras 12 meses. Las reacciones anafilácticas están asociadas con anticuerpos IgG e IgE y han sido descritas tras el uso sistémico y tópico de la aprotinina. Los casos de anafilaxia están más frecuentemente relacionados con la administración intravenosa de la aprotinina y de los pegamentos de fibrina; en todo caso, la sensibilización por adhesivos de fibrina tisulares es rara.<sup>231-236</sup>

Las primeras preparaciones usaban trombina bovina, la cual causó varios casos de reacciones sistémicas serias, incluyendo anafilaxis y coagulopatías, debido al desarrollo de anticuerpos frente al factor V bovino o a una reacción cruzada entre la trombina bovina y los factores de la coagulación humanos. En la actualidad, esta fuente de efectos adversos

ha sido eliminada con el uso de trombina humana en las preparaciones, pero la aprotinina bovina continúa siendo utilizada pudiendo, de esta forma, crear una respuesta antigénica y ser fuente de enfermedades transmisibles de origen bovino, como puede ser la encefalopatía espongiiforme bovina.<sup>172</sup>

Otra de los inconvenientes de estos pegamentos, es que al ser derivados hemáticos, existe el riesgo de transmisión de enfermedades producidas por virus o por priones. Los controles serológicos y por PCR del plasma, y los pasos que se siguen con detergentes, nanofiltración, radiación ultravioleta y calor para la inactivación de virus disminuye este riesgo. Se ha visto la transmisión de parvovirus B19 a través de pegamentos de fibrina, este virus es resistente a los procesos de inactivación que se aplican<sup>183,236</sup> y el control en el momento de la donación es complicado ya que la infección es asintomática en personas sanas.<sup>237</sup>

El Parvovirus B19, frecuentemente causa un cuadro febril leve o es asintomático. Es el virus más pequeño con ADN, que se replica en las células precursoras de eritrocitos, pudiendo ocasionar crisis aplásicas en pacientes con un requerimiento rápido de células rojas, como ante una pérdida aguda de sangre.<sup>183</sup>

En el 2002 se publicó un estudio de 85 pacientes sometidos a resección pulmonar en que se usó el pegamento de fibrina (Beriplast), donde se tomaron muestras serológicas y se realizó PCR antes de la cirugía y después para detectar el virus. Se vio que algo más de un 20% de los pacientes paso de no detectarse el virus, a ser detectado tras el uso de pegamento durante la cirugía.

#### **I.4.3.1.2 Cell Talk o Mussel Glue**

Es una proteína polifenólica producida por la glándula fenólica exocrina del mejillón marino *Mytilus edulis*. La proteína se puede fabricar por técnicas de bioingeniería. El adhesivo se forma con ácido acético al 5% y bicarbonato de sodio 0,1 mol / L. Se planteó su uso intraocular al demostrarse no ser tóxico, pero estimula una reacción inflamatoria

intensa cuando es inyectado en la cavidad vítrea de conejos, por lo que para su uso intraocular se debe diluir, pero esto le hace perder adherencia.<sup>219,238</sup>

### **I.4.3.2 Pegamentos sintéticos**

Existen distintos tipos de adhesivos sintéticos, el que ha sido más ampliamente usado es el cianoacrilato. Sin embargo en los últimos años han ido apareciendo nuevos compuestos como el hidrogel de polietilenglicol.

#### **I.4.3.2.1 Cianoacrilato**

El cianoacrilato fue sintetizado por primera vez en 1949, pero no se usó en la clínica hasta los años cincuenta. Es un éster del ácido cianoacrilico, con un doble enlace con una molécula de oxígeno que es clave para la polimerización del producto.

Los primeros derivados metil-2- y etil-2-cianoacrilato polimerizaban rápido y se aplicaban fácilmente, cerrando bien las heridas. Sin embargo, estos componentes se degradaban rápidamente a cianoacetato y formaldehído, pudiendo acumularse en los tejidos y producir una significativa toxicidad, caracterizada por inflamación aguda y crónica, razones por las que ya no son usados.<sup>239,240</sup>

Posteriormente, se sintetizaron derivados de cianoacrilato con cadenas alquil largas, con esta modificación la histotoxicidad fue significativamente reducida, ya que las cadenas largas se degradan lentamente y no se acumulan los productos de degradación que pueden ser efectivamente eliminados por los tejidos. La histotoxicidad también depende de la vascularización del tejido, siendo mayor en tejidos bien vascularizados.

#### **-Polimerización**

La polimerización de los monómeros líquidos a polímeros sólidos se da ante la presencia de aniones y agua. Durante la polimerización se libera una pequeña cantidad de calor, que puede resultar molesta.<sup>241</sup> En la práctica clínica se debe aplicar una fina capa del pegamento sobre una superficie recién secada, ya que ante la presencia de mucha cantidad

de agua, la polimerización es tan rápida que no permite la adhesión de los tejidos.<sup>242</sup> En general, la resistencia fuerzas de cizallamiento y compresión/distracción es alta una vez que se unen dos superficies.<sup>239</sup>

Eiferman y Snyder<sup>243</sup> publicaron los efectos antibacterianos del cianoacrilato. El butil-2-cianoacrilato mostró una significativa actividad bacterostática *in vitro* y *in vivo* contra organismos Gram positivos, como el *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae* y del grupo A. Esta actividad es mayor antes de la polimerización.

Los pegamentos de cianoacrilato disponibles para uso clínico son los siguientes:

- Indermil (butil-2-cianoacrilato; Sherwood, Davis and Geck, St Louis, MO, USA)
- Histoacryl (butil-2-cianoacrilato; BBraun, Melsungen, Alemania)
- Histoacryl Blue (N-butil-2-cianoacrilato; BBraun)
- Nexacryl (N- butil-cianoacrilato; Closure Medical Raleigh, NC, USA)
- Dermanond (2-octil-cianoacrilato; Closure Medical)

Estos pegamentos se han demostrados seguros en el cierre de heridas cuando se aplica el adhesivo sobre la piel intacta mientras los bordes de la herida se mantienen juntos por los dedos o con pinzas. Además de cerrar heridas, han sido usados con éxito para unir injertos de piel, cartílago o hueso, para ocluir varices gastrointestinales por endoscopia, para embolizar malformaciones arterio-venosas, reparar fugas de líquido cefalorraquídeo y en numerosos procedimientos de cabeza y cuello.<sup>240,244-250</sup>

### **-Cianoacrilato en la oftalmología**

En oftalmología, se ha hablado de los pegamentos derivados del cianoacrilato desde 1968, cuando Refojo y colaboradores evaluaron la fuerza de unión de varios adhesivos de cianoacrilato en la córnea y otros tejidos oculares. Evaluó varios pegamentos en distintas condiciones, aplicado sobre un lecho seco o húmedo y midió el tiempo de contacto antes de someter a estrés la adhesión. El estudio concluyó que la fuerza de tensión del N-butyl-cianoacrilato era mayor que la de cianoacrilatos de cadenas más largas, como el octil-

cianoacrilato. Observó que la polimerización de los derivados butil era mejor en ambientes secos, y alcanzaban la máxima fuerza de unión a los 2 minutos. Los derivados de cadena larga tenían una fuerza de unión débil, tanto en ambiente seco como en húmedo, aunque en éste último mejoraba la fuerza de unión.<sup>250,251</sup>

### **-Cornea**

Los derivados del cianoacrilato se han usado en oftalmología principalmente para tratar perforaciones y adelgazamientos corneales. Este tratamiento puede ser momentáneo, a la espera de un procedimiento definitivo como un trasplante corneal penetrante, aunque se ha demostrado en muchos casos la curación solo con la aplicación de pegamento.

La técnica de aplicación de pegamentos derivados de cianoacrilato en perforaciones corneales menores de 3 mm o adelgazamiento corneal severo fueron descritas inicialmente por Refojo<sup>250</sup> y colaboradores; publicaron que la aplicación directa de cianoacrilato sobre el lecho de la úlcera y la membrana basal adyacente (que se cubría con una lente de contacto terapéutica) era efectiva para evitar la progresión del adelgazamiento corneal.<sup>252</sup>

Se piensa que los adhesivos de cianoacrilato inhiben a los leucocitos polimorfonucleares, que poseen una potente actividad colagenolítica y proteolítica. Los polimorfonucleares activados se encuentran en un alto número en las úlceras corneales activas.

Vote y Elder<sup>239</sup> en el 2000, actualizaron el método de aplicación del pegamento en las perforaciones corneales. Describieron la aplicación de una gota de cianoacrilato sobre un pequeño disco redondeado unido a un aplicador rígido que es situado sobre el lugar de la perforación, el lecho de la herida debe ser previamente secado y desbridado de tejido necrótico para promover la adhesión. Posteriormente, una lente de contacto blanda es colocada.

Con el fin de prevenir la posibilidad de penetración inadvertida en cámara anterior, aire o viscoelástico debe de ser inyectado en la cámara anterior.

### **-Esclera**

Se evaluó la utilización de adhesivos de cianoacrilato en el cierre de incisiones esclerales tunelizadas, demostrando una fuerte capacidad de adherencia pero con una reacción inflamatoria grave que inhibió el posterior remodelado del colágeno.<sup>253</sup>

### **-Retina**

Los derivados de cianoacrilato se han utilizado en la cirugía de retina a distintos niveles. Para unir el cerclaje escleral en desprendimientos de retina. También en el desprendimiento de retina, se ha descrito su utilización intraocular, donde tras la vitrectomía y el intercambio liquido-aire, se aplican gotas de pegamento en los bordes del desgarro cuando la retina se encuentra aplicada. En conejos mostró en la retina, pero al aplicarse en 34 pacientes no se observó esta susceptibilidad al cianoacrilato, aunque dos ojos desarrollaron agujeros retinianos periadhesivos.<sup>254-260</sup>

Se ha descrito su uso con buenos resultados en el manejo de la hipotonía postoperatoria asociada a desprendimiento coroideo, causado por la filtración de las esclerotomías tras vitrectomía; el método consiste en aplicar cianoacrilato sobre un disco de plástico y luego unirlo a la zona de fuga. El procedimiento es simple y se realiza perfectamente en consulta. Se puede considerar este procedimiento como una alternativa efectiva a la aplicación de una nueva sutura o un injerto escleral. De esta forma, el cianoacrilato aplicado sobre la esclera adelgazada o la esclerotomía débil evita una mayor degradación tisular y facilita la cicatrización y vascularización de la herida. Esta técnica podría, también, utilizarse para reforzar esclerotomías sin sutura si éstas son incompetentes y podría ser repetida en varias ocasiones si la fuga persistiera.<sup>257</sup>

### **-Otros**

Entre los diversos procedimientos oftalmológicos en que se han utilizado los pegamentos derivados de cianoacrilato se encuentran la oclusión del punto lagrimal, tarsorrafia temporal, cierre de las incisiones en cirugía de cataratas. En la cirugía de estrabismo, se ha probado para sujetar los músculos y se ha descrito su utilidad para remover la pared interna del canal de Schlemm en cirugía de glaucoma.<sup>242,258</sup>

### **-Reacciones adversas**

El principal inconveniente del uso de los pegamentos derivados del cianacrilato es la toxicidad en los tejidos, que disminuyó con los derivados de cadena butil o más largas. Pero independientemente, la histotoxicidad aumenta en tejidos bien vascularizado, por lo que su aplicación en tejidos como la conjuntiva, la esclera o la piel puede generar reacciones mayores que en la córnea o el estroma. La cicatrización de la conjuntiva, el simblefaron y la conjuntivitis papilar gigante son complicaciones conocidas. Los pacientes pueden experimentar molestias causada por la superficie rugosa y seca del pegamento en la superficie ocular.<sup>240, 251,253,259,260</sup>

Cuando se aplica sobre una perforación corneal hay que tener especial cuidado con la instilación inadvertida en cámara anterior, que puede derivar en polimerización del endotelio corneal y en adhesión iridocorneal o iridolenticular.<sup>261</sup>

Su aplicación sobre el punto lagrimal puede provocar dacriocistitis obstructivas y xantogranulomas reactivos.<sup>262</sup>

### **-Ventajas:**

El uso de pegamentos derivados del cianoacrilato permite la disminución del dolor y las molestias provocadas por los puntos, así como menor tiempo quirúrgico. En la aplicación sobre la piel ha demostrado no tener diferencias en el resultado cosmético con las suturas.<sup>263-266</sup>

#### **I.4.3.2.2 Hidrogel de polietilenglicol**

Los hidrogeles son polímeros formados por la mezcla de dos compuestos. El primer compuesto es un polipéptido o el polietilenglicol (PEG) que contienen múltiples grupos nucleófilos como un grupo amino (-NH<sub>2</sub>) o un grupo tiol (-SH). El segundo compuesto contiene dos o más grupos electrófilos como un grupo succinimil. Entre estos dos grupos se forman enlaces covalentes, estos reactivos pueden acoplarse en pH fisiológico por un método llamado PEGilación. Actualmente los hidrogeles de PEG están formados por una

reacción éster entre el polietilenglicol y la trilisina. El hidrogel consiste en un 95% de agua, con una parte sólida formada por el PEG unido a la trilisina.

La unión entre cada molécula de PEG y de trilisina contiene un enlace hidrolizable; por consiguiente, en los meses siguientes a su aplicación, el hidrogel se debilita gradualmente hasta licuarse, aproximadamente a los dos meses, soltando de esta forma las moléculas de PEG y trilisina. Este proceso de degradación es sólo dependiente de la presencia de agua y no está afectado por enzimas. La trilisina es un producto sintetizado a partir de la L-Lisina, el cual se trata de un aminoácido esencial, y juega un importante papel en la formación de colágeno. Las moléculas de PEG y trilisina son absorbidas rápidamente y eliminadas a través de filtración renal.

El PEG es uno de los polímeros más ampliamente usados en la industria farmacéutica en sus formas sólida y líquida, debido a su solubilidad en agua y su naturaleza inerte. Muchos productos oftalmológicos, incluyendo lágrimas artificiales, corticoesteroides oftálmicos y descongestionantes oculares contienen PEG.

Los hidrogeles de PEG se han usado para sellar filtraciones de líquido y aire, para sellar la duramadre en neurocirugía, en cirugía pulmonar y abdomino-pélvica.<sup>146,266</sup>

### **-Uso en la oftalmología**

Los hidrogeles que se han estudiado para uso en oftalmología son dos; el primero, vendaje ocular de hidrogel de PEG (ReSure Ocula Bandage; Ocular Therapeutix Inc, Bedford, Massachusetts, USA) y el segundo es FocalSeal (Genzyme Corporation, Cambridge, MA) que requiere de una luz de Xenón (450–500 nm, azul-verde) durante 40-60 segundos para polimerizar.

En una serie de estudios publicados por Shing y Seenu, en los que estudiaban las esclerotomías selladas con hidrogel de PEG (ReSure). Se aplicaba una pequeña gota sobre la esclerotomía, polimerizando en 30 segundos sin producir calor. El hidrogel contenía un colorante azul que permitía su visualización para así ayudar al cirujano a determinar su grosor y lugar de aplicación. El colorante desaparecía del gel a las horas de la aplicación, dejando un medio ópticamente claro, transparente, regular y lubricado sobre la herida. En

estos estudios sobre ojos de cadáver, se analizó a nivel histológico el paso de tinta india a través de esclerotomías suturadas, sin suturar y selladas con PEG; ninguna de las esclerotomías tratadas con PEG se vieron contaminadas por la tinta, mientras las esclerotomías no suturadas permitieron la entrada de fluido desde la superficie ocular.<sup>267, 268</sup> También comprobaron que el hidrogel de PEG era lo suficientemente fuerte para aguantar aumentos en la presión intraocular, similares a los producidos al parpadear o al restregarse los ojos, y así prevenir la entrada de líquido de la superficie ocular al interior del ojo. Tras la aplicación, el apósito de hidrogel se adhiere a la herida y se va desprendiendo conforme el tejido cicatriza.<sup>146</sup>

ReSure ha sido usado en un paciente vitrectomizado para cerrar esclerotomía 23 gauge incompetentes. Para ello, se procedió a abrir la conjuntiva, accediendo así a la esclerotomía; luego se secó la superficie y se aplicó el pegamento sellando la esclera y la conjuntiva.<sup>269</sup>

FocalSeal ha sido probado en ojos de conejo y de cerdo para valorar su uso intraocular en el cierre de desgarros retinianos y también en la superficie para sellar esclerotomías filtrantes. FocalSeal se aplica a través de la incisión conjuntival sobre la esclerotomía y luego se polimeriza con ayuda de luz de xenón. PEG no resultó tóxico para los ojos de los conejos y se adhería efectivamente a los tejidos. La aplicación sobre las esclerotomías mostró que éste era efectivo en el cierre de las incisiones 23 gauge en conejos. No observaron un aumento importante en la inflamación ocular, solo reacciones locales de intensidad de leves a moderadas.<sup>270,271</sup>

### **-Ventajas y desventajas**

Debido a que sus componentes no son derivados de productos animales o humanos, no existe riesgo potencial de transmisión viral. Se ha mostrado como un producto no citotóxico, no irritante de la superficie ocular, con un buen perfil de seguridad.

Aunque se ha descrito una reacción anafiláctica inducida por una solución de PEG para preparar el intestino para un enema de bario.<sup>272</sup>

El hidrogel se ha mostrado como un producto elástico que se adapta al contorno del globo ocular, aumentando la sensación de confort<sup>147</sup> y puede ser usado como sustituto de las suturas.

### **I.4.3.3 Otros pegamentos**

A través de los años se han probado distintos pegamentos en oftalmología, tanto para aplicarlos intraocularmente como fuera del globo. Algunos de estos pegamentos son de origen biológico como el TGF- $\beta$ ; otros compuestos eran activados con luz ultravioleta. Por otro lado hay adhesivos de polisiloxanos que podrían ser usados en ambientes acuosos, pero que generaban una reacción granulomatosa. Otros pegamentos estudiados son los activados por láser, como los polímeros formados por ácido hialurónico modificados con metacrilato, o el pegamento de fibrinógeno y riboflavina-5-fosfato. También se ha probado un pegamento compuesto por un andamio de ácido L-láctico-co-glicólico y un suero de albumina activado por la luz.<sup>218,219,273-279</sup>

## **II. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS DEL TRABAJO**

## II.1 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.

La vitrectomía transconjuntival sin sutura (VTS)<sup>51,53</sup> se ha convertido en los últimos años en la técnica de vitrectomía de primera elección. Este procedimiento permite, a diferencia de la vitrectomía convencional 20-gauge, la creación de esclerotomías autosellables sin la necesidad de suturar en la mayoría de los casos al término de la cirugía<sup>51,53</sup>. La ausencia de puntos se ha relacionado con una menor inflamación postoperatoria, menor sensación de cuerpo extraño y menor astigmatismo inducido<sup>106,113</sup>. Sin embargo, los ojos operados mediante esclerotomías sin sutura se han asociado también a una tasa de endoftalmitis e hipotonía mayor, a causa de la falta ocasional de cierre escleral.<sup>123,125,126</sup>

La técnica más usada en el tratamiento de las esclerotomías filtrantes al término de la cirugía es la sutura. Sin embargo, con el fin de evitar los inconvenientes asociados a la presencia de puntos conjuntivo-esclerales<sup>106,113</sup> se han descrito otras maniobras de cierre, como son el uso de suturas en lazo que pueden retirarse de manera sencilla pasadas las primeras 24 horas de la cirugía<sup>161</sup>, la hidratación escleral de los bordes incisionales<sup>278</sup>, la cauterización de la conjuntiva adyacente a las incisiones, que provoca la fusión de los tejidos situados en la porción más externa de las incisiones<sup>148,169,279</sup>, y la aplicación de pegamentos tisulares sintéticos (derivados del cianoacrilato) o biológicos (derivados de la fibrina, como el tissucol)<sup>175</sup>.

En cuanto a esta última técnica, varios estudios han descrito su uso en el tratamiento de incisiones filtrantes.<sup>145,158,160,257</sup> Con el fin de profundizar en el conocimiento del efecto oclusivo ofrecido por los pegamentos tisulares, consideramos interesante estudiar la resistencia de cierre incisional mostrada por las esclerotomías sobre las que aplicamos dichos adhesivos ante cambios en la presión intraocular (PIO), dado que durante el periodo postoperatorio precoz, todo ojo se encuentra expuesto a maniobras que pueden provocar variaciones en la PIO; dichas maniobras pueden ir

desde el simple parpadeo, que puede aumentar la presión ocular en 10 mmHg, hasta el frotamiento ocular, que puede suponer aumentos en la PIO de hasta 90 mmHg<sup>280, 281</sup>. En nuestro estudio, decidimos analizar la resistencia mecánica hallada en esclerotomías tratadas con N-Butil-2-Cianoacrilato (Histoacryl glue; Aesculap AG, Tuttlingen, Germany), Tissucol (Tisseel, Baxter AG Industries, Viena, Austria) y ausencia de maniobra de cierre alguna, tras VTS. Para ello, empleamos un modelo experimental previamente validado de un ojo porcino vitrectomizado<sup>282</sup>, debido a las grandes similitudes presentes entre la conjuntiva y la esclera porcina respecto de la humana, en cuanto a su histología, grosor y permeabilidad<sup>283,284, 285 286</sup>. Este modelo permite considerar la pared escleral como un elemento puramente mecánico sin la contribución de los procesos cicatriciales propios de un organismo vivo. Esta situación simula la encontrada en los pacientes durante los primeros días postoperatorios, cuando los procesos reparativos no han tenido tiempo de actuar<sup>287,288</sup> y además, cuando mayor riesgo de desarrollar endoftalmitis existe.<sup>125,126</sup>

## II.2 HIPÓTESIS DEL TRABAJO.

Es posible evaluar, sobre un modelo animal de ojos sometidos a vitrectomía que permite aplicar aumentos progresivos en la presión intraocular, la influencia que ejercen sobre la capacidad de cierre incisional la aplicación conjuntivo-escleral de tissucol y cianoacrilato, una vez retiradas las cánulas esclerales.

## **III. OBJETIVOS**

### III.1 OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo experimental son los siguientes:

1. Comparar, en nuestro modelo animal, la resistencia mecánica a la apertura que muestran las esclerotomías sobre las que se aplica tissucol respecto de la mostrada por las esclerotomías no sometidas a maniobra de cierre alguna.
2. Comparar, en nuestro modelo animal, la resistencia mecánica a la apertura que muestran las esclerotomías sobre las que se aplica cianoacrilato respecto de la mostrada por las esclerotomías no sometidas a maniobra de cierre alguna.
3. Comparar, en nuestro modelo animal, la resistencia mecánica a la apertura que muestran las esclerotomías sobre las que se aplica tissucol respecto de la mostrada por las esclerotomías sobre las que se aplica cianoacrilato.

## **IV. MATERIAL Y MÉTODOS**

## IV.1 MATERIAL

### IV.1.1 Ojos de cerdo. Muestra de estudio.

Para realizar este estudio experimental, aleatorizado y con observador enmascarado, seleccionamos un total de 252 ojos de cerdo, pertenecientes a 132 animales de la especie *Sus scrofa domesticus*, que pesaban una media de 68,5 kg en el momento de su muerte (rango: 57-81 kg).

Cada uno de los ojos fue enucleado 3 horas antes de su uso y conservado en una cámara frigorífica a 4°C hasta el momento de la cirugía. Los ojos fueron extraídos a partir de cerdos previamente sacrificados para el consumo humano en un matadero regulado (Industrias Cárnicas Vaquero S. A.).

De los 252 ojos de cerdo seleccionados en un primer momento, excluimos 8 de ellos por presentar defectos conjuntivales, 5 por signos evidentes de escleromalacia, 2 por opacidad corneal severa y 6 por opacidad de cristalino importante. Sobre los 231 ojos restantes, practicamos vitrectomía microincisional por vía *pars plana*. No obstante, excluimos 2 ojos por presentar desprendimiento de retina intraoperatorio y uno por catarata iatrogénica. De esta forma, fueron 228 ojos de cerdo los que finalmente se analizaron en este estudio.

- **Criterios de inclusión**

Ojos de cerdo enucleados 3 horas antes de su uso, y conservados durante ese tiempo en fresco. Los ojos corresponden a cerdos de la especie *Sus scrofa domesticus*, con pesos comprendidos entre 57 y 81 kg de peso.

- **Criterios de exclusión**

- Defectos anatómicos oculares:
  - Alteraciones conjuntivales.
  - Escleromalacia.
  - Opacidad de medios que no permita realizar la vitrectomía adecuadamente:
    - Opacidad de córnea.
    - Opacidad de cristalino.
- Presencia de hipotonía ocular.
- Complicaciones quirúrgicas al realizar la vitrectomía:
  - Daño de cristalino.
  - Desprendimiento de retina.
- Incompetencia de la entrada correspondiente a la aguja-21 gauge, situada a las 6 h, en la fase de intercambio intraocular de solución salina balanceada por azul de metileno 1%.

### IV.1.2 Material Quirúrgico

- Microscopio quirúrgico: Opmi-Visu 200, Carl Zeiss. Oberkochen, Germany.
- Inversor de imagen. AVI. USA.
- Guantes quirúrgicos: R 2D7254I. Triflex. Allegiance a cardinal health company. Mc Graw Park. USA.
- Soporte que simula una cara humana con sus dos órbita. Laboratorios Alcon, Alcobendas, Madrid. España.
- Compás quirúrgico. K3-9000. Katena.
- Aguja intramuscular 21G 1/2 TW (0,8mm x 40 mm). R 305895. BD Eclipse™ Needle.
- Pinza Colibrí. R 7862. Moria.
- Llave de tres vías. Discoset.
- Vitrectomo: *ACCURUS*. Alcon-Model 800CS. Alcon Laboratories, Inc. Fort Worth. Texas. USA. Alcon-Cusi S. A. El Masnou, Barcelona. España.
- Trocar MRV/cánula 23G. Alcon Laboratories, Inc. Fort Worth. Texas. USA. Alcon-Cusi S. A. El Masnou, Barcelona. España.
- Sonda de vitrectomía Accurus 2500. R 8065741018. Alcon Laboratories, Inc. Fort Worth. Texas. USA. Alcon-Cusi S. A. El Masnou, Barcelona. España.
- Sonda de iluminación 23G. R 8065750972. Alcon Laboratories, Inc. Fort Worth. Texas. USA. Alcon-Cusi S. A. El Masnou, Barcelona. España.

- Metilcelulosa. Celofal™. Hidroxipropil metilcelulosa 2%. 1.5 ml. Alcon-Cusi S. A. El Masnou, Barcelona. España.
- Lente de campo amplio AVI. Sistema de contacto indirecto. AF 090590.
- Soporte manual de lente de campo amplio. Moria.
- Solución salina balanceada (BSS). R 0007950072. Alcon Laboratories, Inc. Fort Worth. Texas. USA. Alcon-Cusi S. A. El Masnou, Barcelona. España.
- Jeringa 5 ml. BD Plastipak™.
- Azul de metileno 1%. La botica de argensola. Laboratorios Krinon. Secundum Artem.
- Hemostetas. Esponjas absorbentes oculares. R 581089 Vispear™ eye sponge. Visitec™. Becton Dickinson and company. Franklin Lakers. USA.
- Cánula de irrigación angulada 45° 27Gx7/8 inch (40x22mm). Visitec®. REF 585795.
- Suero fisiológico S-500 REF 1350 CE 1275.
- Tissucol (Tisseel, Baxter AG Industries, Viena, Austria).
- N-Butil-2-Cianoacrilato (Histoacryl glue; Aesculap AG, Tuttlingen, Germany).

## IV.2. MÉTODOS

### IV.2.1 Diseño del estudio

Diseñamos un estudio experimental, aleatorizado y con observador enmascarado.

### IV.2.2 Técnica quirúrgica

Todas las intervenciones fueron realizadas en los laboratorios Alcon (Alcobendas, Madrid) por el mismo cirujano (V. O. T.) y ayudante (J.B.H.).

Para las intervenciones se utilizó un microscopio quirúrgico con dos binoculares que permitió la participación activa de ambos. El microscopio contó con un pedal de control que, manejado con el pie izquierdo, permitía enfocar, desplazar y variar el zoom del aparato, así como encender y apagar su fuente de luz.

#### IV.2.1.1 Preparación a la vitrectomía

En primer lugar, encendemos el sistema de vitrectomía Accurus 800CS (Alcon Laboratories, Inc. Fort Worth. Texas. USA) y comprobamos que la conexión de este con la bombona de gas estaba establecida. Una vez que el aparato se ha encendido y ha confirmado que la presión neumática ofrecida por la bombona es adecuada, escogemos la opción “procedimiento posterior”, que permite realizar vitrectomía posterior. A continuación, seleccionamos nuestros parámetros grabados con anterioridad en la pestaña “cirujano” y elegimos el protocolo Accurus 2500 para realizar vitrectomía 23 gauges.

Acto seguido, conectamos la vía neumática del vitreotomo a la respectiva conexión del aparato. Después, enchufamos la fibra óptica de la luz endocular al módulo externo que nos ofrece luz de xenón. Posteriormente, insertamos el cassette en el sistema de vitrectomía. Este posee dos salidas en su parte superior, una destinada a la sonda de extrusión y otra a la que insertamos la vía de aspiración del vitreotomo.

En el siguiente paso, pulsamos el botón “infusión” e insertamos la palomilla de la vía de irrigación en la conexión del aparato iluminada tras apretar dicho botón. A continuación, situamos la botella con solución salina balanceada en el mástil de la máquina a la misma altura del ojo de cerdo e introducimos la cánula metálica de la infusión en la botella. Este conducto insufla aire dentro del frasco, aplicando presión positiva en su interior y controlando así la presión de salida del suero desde la botella hacia el ojo. En el otro extremo de la vía de infusión se encontrará una llave de tres pasos, y la cánula de irrigación que será la que se inserte en la cánula transescleral temporal inferior.

Posteriormente, introducimos la sonda del vitreotomo y la de la extrusión en un cuenco con solución salina balanceada, y dejamos que el sistema realice un test de comprobación. La máquina revisará la aspiración y corte del vitreotomo, así como la aspiración de la sonda de extrusión. Si las conexiones son correctas, el test será superado.

A continuación, configuramos el sistema de vitrectomía para el calibre del vitreotomo 23 gauges. El rango de aspiración mínima y máxima que estableceremos será de 80-500 mm Hg, siendo 80 mm Hg la menor aspiración ejercida y 500 mm Hg la obtenida con el pedal pisado a fondo; mientras, el rango de frecuencia de corte del vitreotomo lo situamos entre 1000 y 2500 cortes por minuto, según estuviera el pedal pisado a fondo o al mínimo respectivamente.

Con el fin de igualar al máximo las condiciones de todos los ojos decidimos usar en todos los casos una infusión, monitorizada por el sistema VGFI (Vented Gas

Forced Infusion), de 40 mmHg durante la práctica de vitrectomía y una presión de 5 mmHg en el momento de la extracción de las cánulas esclerales, una vez terminada la cirugía. Durante la práctica de vitrectomía el caudal de irrigación fue siempre el suficiente para mantener el tono ocular adecuado, compensando de forma apropiada las pérdidas de contenido intraocular secundarias a la aspiración por parte del vitreotomo.

#### **IV.2.1.2 Acceso por vía *pars plana***

Colocamos el ojo en un soporte que simula una cara humana con sus dos órbitas y que permite su fijación adecuada. Todos los ojos presentan una midriasis adecuada para la realización de la vitrectomía por su condición de ojos enucleados de organismo cadavérico. Mediante oftalmoscopia directa identificamos si el ojo a operar es izquierdo o derecho, dado que la mácula se sitúa temporal y ligeramente inferior al nervio óptico; de esta forma situamos el ojo en la órbita derecha o izquierda del soporte según corresponda.

A continuación, localizamos la *pars plana* por la que accederemos al interior del ojo. En el cerdo, la *pars plana* mide 2 mm de ancho, y se encuentra entre los 4,5 y los 6,5 mm de distancia del limbo corneoescleral.<sup>289</sup> De esta forma, para localizar este punto, usamos un compás quirúrgico con el que medimos 5 mm desde el limbo corneoescleral.

Cada una de las 3 esclerotomías transconjuntivales, necesarias para realizar la vitrectomía por vía *pars plana*, se crearon mediante incisiones oblicuas en los cuadrantes inferotemporal, superotemporal y superonasal, con esclerotos 23 gauge (0,74 mm de diámetro).<sup>103</sup> De esta forma, en los ojos derechos, introducimos las cánulas destinadas al paso a la vía de infusión, la sonda del vitreotomo (manipulada por la mano dominante) y el terminal de luz (manejada por la mano no dominante) a través de los cuadrantes temporal inferior (VII horas), temporal superior (X horas) y nasal superior (II horas) respectivamente. Por su parte, en los ojos izquierdos

insertamos las cánulas empleadas por la infusión, el vitreotomo y la iluminación a través de los cuadrantes temporal inferior (IV horas), nasal superior (X horas) y temporal superior (II horas) respectivamente.

Para la inserción de las cánulas, en primer lugar desplazamos la conjuntiva con una pinza e introducimos el esclerotomo de doble bisel atravesando conjuntiva y esclera de forma oblicua, describiendo un ángulo de 30° a 40° con la superficie escleral, en dirección paralela al limbo, apuntando a las 3 horas si se trata del trócar insertado en el cuadrante nasal-superior derecho o temporal-superior izquierdo, a las 6 horas si nos referimos al esclerotomo introducido en el cuadrante temporal-inferior derecho o izquierdo, y a las 9 horas si se trata del esclerotomo insertado en el cuadrante temporal-superior derecho o nasal-superior izquierdo. Cuando la primera parte del esclerotomo hubo penetrado en el ojo hasta el comienzo de la cánula, rectificamos el ángulo hasta los 90° e introducimos el resto del trocar en dirección perpendicular a la superficie escleral, apuntando al centro del globo. Al retirar el trocar, la cánula quedó introducida a través de la conjuntiva y la esclera, en una posición ligeramente inclinada.

De esta forma, insertamos la vía de infusión de 23-gauge en el cuadrante inferotemporal (figura 1) y la fijamos al soporte facial con papel adhesivo. Será importante comprobar la permeabilidad de la vía de infusión antes de colocarla. Una vez insertada, debemos visualizarla libre en la cavidad vítrea antes de abrir la infusión. La botella de suero, situada a la misma altura que el ojo a intervenir, está conectada a este por la línea de infusión, en la cual se coloca una llave de tres pasos, que más adelante nos permitirá cambiar la entrada de solución salina básica por la de azul de metileno.



**Figura 1.** Izquierda - Se inserta el esclerotomo 23-gauge de forma oblicua, hasta el inicio de la cánula. Centro - Se rectifica la dirección del trocar, y se termina de insertar de forma perpendicular a la superficie escleral. Abajo derecha - Se introduce la vía infusión en la cánula ya insertada.

A continuación, creamos las esclerotomías superiores, destinadas a la entrada de la sonda del vitreotomo, manejada por la mano dominante (figura 2), y la sonda de iluminación endocular (figura 3), manejada por la mano no dominante.



**Figura 2.** Izquierda - Se inserta el esclerotomo 23-gauge de forma oblicua, hasta el inicio de la cánula. Centro - Se rectifica la dirección del trocar, y se termina de insertar de forma perpendicular a la superficie escleral. Derecha - Se observa la cánula introducida en la esclera, ligeramente inclinada.



**Figura 3.** Izquierda - Se inserta el esclerotomo 23-gauge de forma oblicua, hasta el inicio de la cánula. Centro - Se rectifica la dirección del trocar, y se termina de insertar de forma perpendicular a la superficie escleral. Derecha - Se observa la cánula introducida en la esclera, ligeramente inclinada.

Más adelante, dejamos introducida a través de la *pars plana* y a las 6 horas, una aguja cerrada de 21-gauge que será de gran importancia para el desarrollo de nuestro estudio (Figura 4).

Por último, aplicamos metilcelulosa (Celoftal™) sobre la córnea y colocamos una lente de contacto de campo amplio sobre esta. La lente utilizada fue indirecta, por lo que necesitamos la presencia de un inversor de imagen en el microscopio quirúrgico, que nos permitiera obtener imágenes directas no invertidas.



**Figura 4.** Inserción de aguja cerrada de 21-gauge a través de la *pars plana* a las 6 horas.

#### **IV.2.1.3 Vitrectomía por vía *pars plana***

La vitrectomía por *vía pars plana* fue practicada con el sistema de vitrectomía Accurus 800CS (figuras 5 y 6), que cuenta con el sistema VGFI (Vented Gas Forced Infusion) de control de presiones.

La pieza de mano del vitreotomo consiste en un cilindro de metal con un soporte de plástico que permite su manejo con la mano dominante. En la parte distal del cilindro hay una pieza de corte, tipo guillotina, que es activada de forma neumática por el sistema de vitrectomía. La pieza de mano del vitreotomo está conectada al Accurus por dos vías, una neumática que activa el mecanismo de corte y otra de aspiración. La fuente de iluminación endocular procede de un módulo externo anexo que nos ofrece luz de xenón. A través de una fibra óptica, la luz es transmitida hasta la sonda de iluminación.

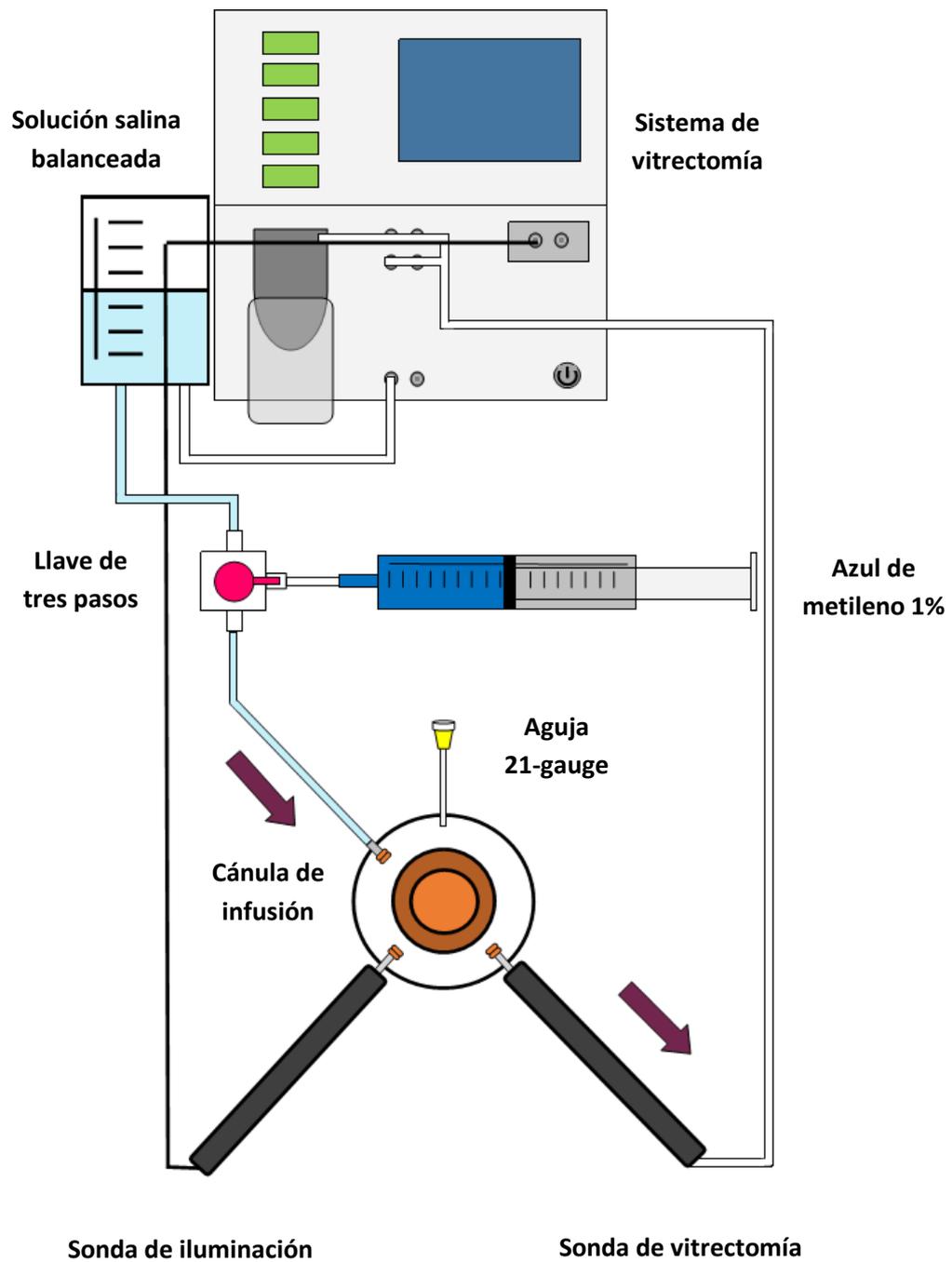
El control del vitreotomo se realiza desde el pedal. El modo de vitrectomía 3D nos permite controlar de forma eficaz tanto el vacío como la cantidad de cortes por minuto de la cabeza del vitreotomo en las diferentes etapas de la cirugía. A través de este protocolo, la presión de aspiración se comporta de forma directamente proporcional a la profundidad de pisada del pedal del vitreotomo, y el número de cortes por minuto lo hace de forma inversamente proporcional a esta. Así, al realizar en primer lugar la vitrectomía central, pisamos en mayor grado el pedal, obteniendo tasas de aspiración altas y velocidades de corte bajas por parte del vitreotomo. Una vez realizada esta fase, practicamos la vitrectomía periférica. En ella, pisamos en menor grado el pedal de control, obteniendo tasas de aspiración bajas y velocidades de corte altas. De esta forma, al trabajar en las proximidades de la retina, adquirimos una actitud quirúrgica más conservadora.

Durante la operación, mantuvimos una presión constante de infusión de 40 mm Hg.



*Figura 5. Vitrectomía por vía pars plana en desarrollo.*

Una vez practicada la cirugía, retiramos las sondas del vitreotomo y de iluminación endocular, y confirmamos que la vitrectomía periférica fue eficaz, comprobando la salida libre de solución salina balanceada intraocular a través de las cánulas y de la aguja 21-gauge, a la que dejamos sin tapón.



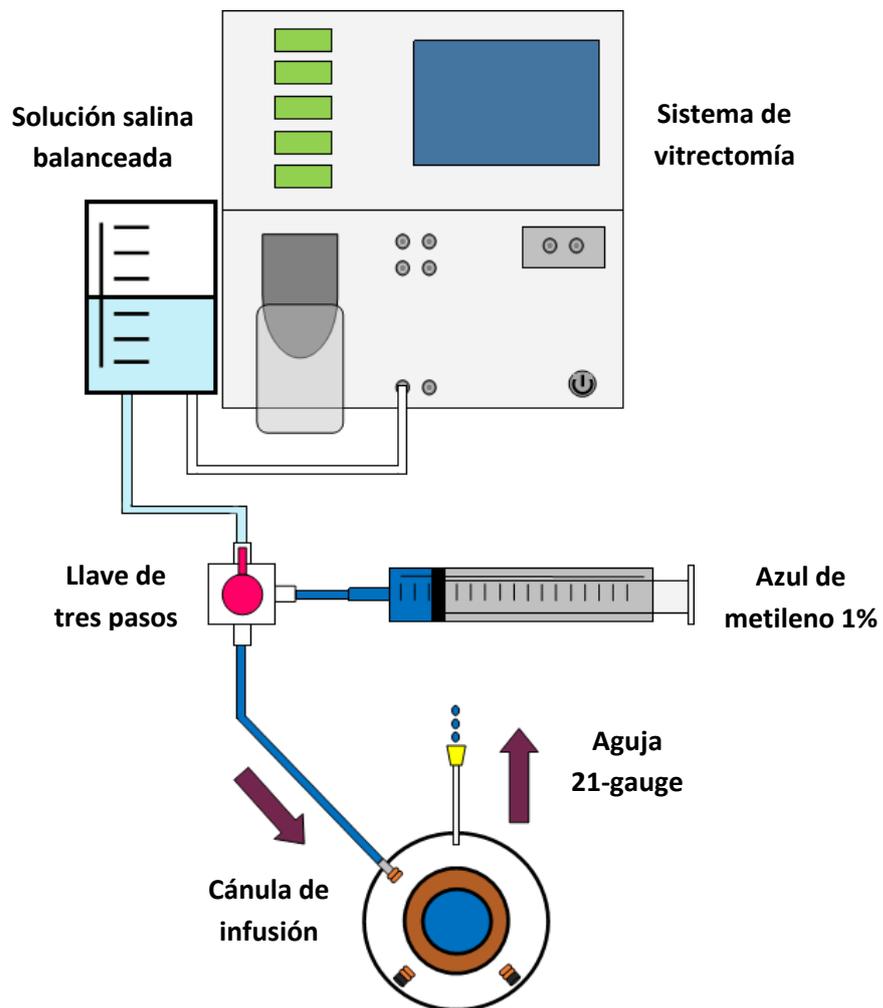
**Figura 6.** Representación esquemática de las conexiones del circuito durante la fase de vitrectomía. Las flechas en los diferentes puntos del circuito indican el sentido que presenta el fluido a su paso.

#### **IV.2.1.4 Intercambio de solución salina balanceada por azul de metileno 1%**

Una vez finalizada la vitrectomía, interrumpimos la entrada al ojo de solución salina balanceada a nivel de la llave de tres pasos de la vía de infusión. A continuación, introducimos azul de metileno líquido al 1% por dicha vía, a través de la llave de tres pasos, hasta que llenamos la cavidad vítrea y refluyó colorante por la aguja de 21-gauge introducida a las 6 horas (figuras 7 y 8). A continuación, ocluimos nuevamente la aguja 21-gauge y conectamos la entrada temporal inferior a la vía de infusión del sistema Accurus. La presión de infusión establecida fue de 5 mm Hg.



**Figura 7.** Introdujimos azul de metileno líquido al 1% por la vía de infusión, a través de la llave de tres pasos, hasta que llenamos la cavidad vítrea y refluyó colorante por la aguja de 21-gauge introducida a las 6 horas.



**Figura 8.** Representación esquemática de las conexiones del circuito durante la fase de intercambio de solución salina balanceada por azul de metileno al 1%. Las flechas en los diferentes puntos del circuito indican el sentido que presenta el fluido a su paso.

#### IV.2.1.5 Retirada de cánulas

A continuación, retiramos las cánulas superiores siguiendo el trayecto oblicuo de las incisiones, con la sonda de luz insertada a su través. Las esclerotomías quedaron cerradas sin presentar bleb conjuntival (figura 9).



*Figura 9. Ojo tras la retirada de las cánulas superiores.*

#### **IV.2.1.6 Maniobra complementaria de cierre incisional**

Una vez retiradas las cánulas superiores, aplicamos las maniobras complementarias de cierre incisional a estudiar Tissucol (Figura 10), Cianoacrilato (Figura 10) o ausencia de maniobra alguna de la siguiente manera:

- Sobre 76 de los ojos operados, se aplicó tissucol (Tisseel, Baxter AG Industries, Viena, Austria) sobre la conjuntiva adyacente a una de las esclerotomías superiores, no realizándose maniobra alguna sobre la esclerotomía superior restante. El pack tissucol presenta dos viales; uno de ellos contiene fibrinógeno, plasminógeno, fibronectina y factor XIII de coagulación; el otro contiene trombina y cloruro cálcico. Una vez puesta una gota de cada una de las jeringas sobre el orificio conjuntival adyacente a la incisión, el fibrinógeno se transformará en fibrina debido al contacto con la trombina; la fibrina formará una estructura estable gracias a la presencia del factor XIII, también llamado estabilizante de la fibrina. Tissucol reproduce la fase final de la cascada de coagulación fisiológica.
- En otros 76 ojos, toda vez que la vitrectomía fue completada, se aplicó cianoacrilato (Histoacryl glue; Aesculap AG, Tuttlingen, Germany) sobre los márgenes de una de las incisiones superiores, no ejecutándose maniobra alguna sobre la esclerotomía superior contralateral.
- En los 76 ojos restantes, se aplicó cianoacrilato sobre una de las esclerotomías superiores, así como tissucol sobre los márgenes esclerales de la esclerotomía superior contralateral.

Con el fin de evitar la influencia que el uso de la esclerotomía superior (entrada de la sonda del vitreotomo o de la iluminación) pudiera ejercer sobre la competencia de cierre incisional postoperatoria, en cada uno de los 3 grupos de 76 ojos evaluados, aplicamos las diferentes maniobras (tissucol, cianoacrilato, ausencia de maniobra) a partes iguales sobre las esclerotomías destinadas al paso del vitreotomo o de la

iluminación. Así por ejemplo, en el grupo de 76 ojos sobre los que se aplicó tissucol vs ausencia de maniobra, en 38 ojos elegidos aleatoriamente, el tissucol fue aplicado únicamente sobre las incisiones destinadas al paso del vitrectomo (no se realizó maniobra alguna sobre las esclerotomías usadas por la iluminación), mientras que en los 38 ojos restantes aplicamos el pegamento sobre las entradas empleadas por la luz (no se practicó maniobra complementaria alguna sobre las incisiones destinadas al paso del vitrectomo).

Antes de aplicar cada uno de los pegamentos (tissucol o cianoacrilato) secamos la superficie conjuntival adyacente a la esclerotomía en cuestión con la ayuda de una hemosteta de celulosa.



**Figura 10.** Izquierda – Aplicación de tissucol. Derecha – Cianoacrilato sobre conjuntiva adyacente a la esclerotomía.

#### IV.2.1.7 Estudio de la resistencia de las esclerotomías

Una vez realizadas las maniobras complementarias de cierre incisional correspondientes, el cirujano elevó presión intraocular, monitorizada por el sistema VGFI del sistema de vitrectomía Accurus, de forma lenta y progresiva, a razón de 5 mm Hg cada 20 segundos (figura 11), hasta que un observador enmascarado advirtiera filtrado de azul de metileno a través de alguna de las esclerotomías (figuras 12 y 13). En caso de llegar a los 120 mm Hg que es la presión máxima que aplica el sistema, sin observarse drenaje por parte de ninguna de las incisiones, aumentamos la presión digitalmente hasta que alguna de las incisiones cediera. Para ello, apretamos con el dedo pulgar en el centro de la córnea, en dirección al centro del ojo. En estos casos, la presión intraocular registrada fue de  $> 120$  mm Hg.

Al planificar el estudio, nos pareció adecuado emplear el control de presión de infusión que proporciona el sistema de vitrectomía Accurus en la fase de comprobación de la estanqueidad de las esclerotomías a diferentes presiones, dado que se trata de un método objetivo y cuantitativo, que permite su posterior análisis estadístico.

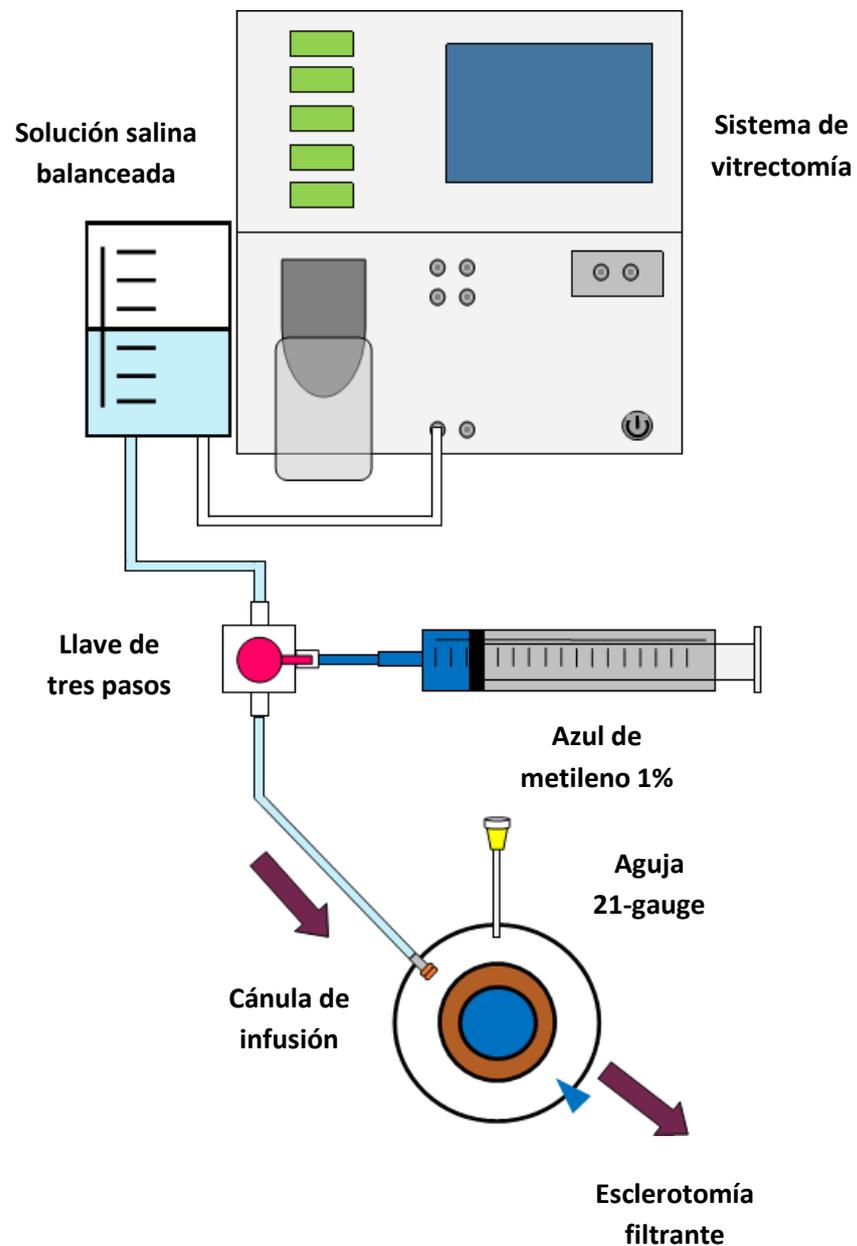


**Figura 11.** Elevamos la presión intraocular monitorizada por el sistema Accurus a razón de 5 mm Hg cada 20 segundos. En caso de llegar a los 120 mm Hg (presión máxima que aplica el sistema) sin observarse drenaje por parte de ninguna de las incisiones, aumentamos la presión digitalmente hasta que alguna de las incisiones cediera.



**Figura 12.** Elevamos la presión intraocular hasta que una de las esclerotomías superiores mostrara filtrado de azul de metileno.

Finalmente, incluimos en una base de datos los resultados obtenidos acerca de cuál de las esclerotomías superiores fue la primera en mostrarse incompetente en cada una de las vitrectomía, filtrando líquido intraocular, según la maniobra de cierre incisional practicada (tissucol, cianoacrilato o ausencia de maniobra alguna), el uso al que estuviera destinada (entrada de la sonda del vitreotomo o la de la iluminación endocular), y qué presión intraocular fue necesaria para ello.



**Figura 13.** Representación esquemática de las conexiones del circuito en la fase de comprobación de la estanqueidad incisional ante el aumento de la presión intraocular. Las flechas en los diferentes puntos del circuito indican el sentido que presenta el fluido a su paso.

## IV.2.2 Variables estudiadas

Consideramos como variable dependiente la presión de infusión a la que se observó filtrado de líquido intraocular a través de alguna de las esclerotomías superiores, una vez retiradas las cánulas esclerales. La presión en sí se trata de una variable continua pero, dado que evaluamos el cierre de las incisiones a diferentes presiones, aplicando saltos ascendentes de 5 en 5 mm Hg y sobretodo, que en caso de alcanzar la máxima presión que aplica el sistema (120 mm Hg) sin observar salida de líquido, aumentamos la presión digitalmente hasta conseguir a la apertura incisional, entendiendo en todos estos casos como necesaria para la pérdida de la competencia una presión de  $> 120$  mm Hg, la variable presión sólo implica orden. Por tanto, la consideramos como ordinal en su tratamiento estadístico.

Por su parte, consideramos como variables independientes de naturaleza cualitativa nominal la maniobra de cierre escleral practicada sobre las esclerotomías una vez retiradas las cánulas esclerales (aplicación de tissucol, cianoacrilato o ausencia de maniobra alguna) y el uso al que esta estuviera destinada (paso de la sonda del vitreotomo, manipulada por la mano dominante, o de la sonda de iluminación, manipulada por la mano no dominante).

## IV.2.3 Método estadístico

El análisis estadístico de los datos se ha realizado mediante el programa SPSS 17.0.

El estudio de la proporción de esclerotomías que fugan líquido según la maniobra de cierre escleral practicada (tissucol *vs* ausencia de maniobra alguna, cianoacrilato *vs* ausencia de maniobra alguna, tissucol *vs* cianoacrilato), o según el uso al que estuvieran destinadas (entrada de sonda de vitreotomo *vs* sonda de luz), se realizó usando el test de la Chi cuadrado con su corrección por continuidad de Yates

dado que, al aproximar por la distribución normal, no manejamos valores continuos, sino discretos.

En el estudio de las presiones a las que fugan las distintas esclerotomías según la maniobra de cierre escleral practicada o la sonda que albergan, empleamos el test no paramétrico de los rangos de Wilcoxon para muestras independientes (U de Mann-Whitney), ya que consideramos la presión una variable ordinal en su tratamiento estadístico.

En el análisis de la proporción de esclerotomías que muestran filtrado en los diferentes subgrupos de incisiones, combinando la maniobra de oclusión escleral practicada y su uso, empleamos el test de la Chi cuadrado con corrección por continuidad de Yates.

## **V. RESULTADOS**

## V.1 ESTUDIO DESCRIPTIVO

### V.1.1 Población incluida en el estudio

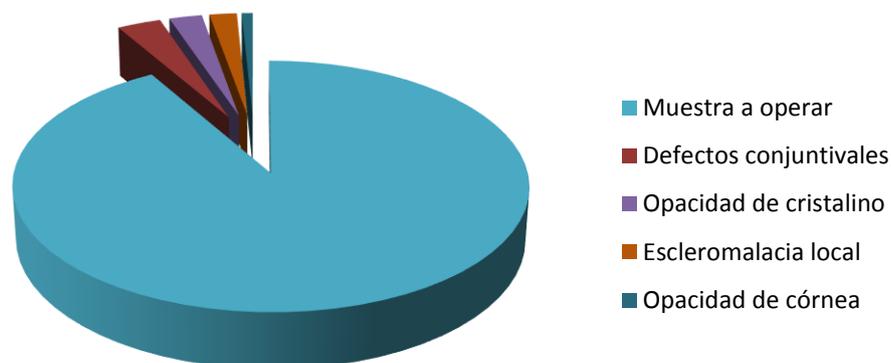
En primer lugar, seleccionamos 252 ojos de cerdo. De entre todos ellos, realizamos vitrectomía sobre 231 ojos, después de aplicar los criterios de exclusión. Los motivos por los que excluimos 21 ojos del primer grupo fueron los siguientes:

Defectos conjuntivales:  $n = 8$

Opacidad de cristalino:  $n = 6$

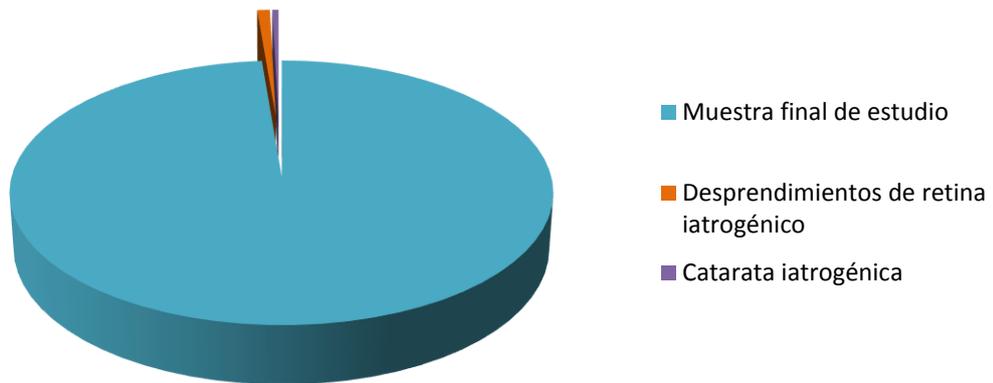
Escleromalacia local:  $n = 5$

Opacidad de córnea severa:  $n = 2$



*Figura 14 – Diagrama de sectores. Población inicial sobre la que aplican los criterios de exclusión.*

A su vez, aplicamos los criterios de exclusión sobre el grupo de ojos operados, extrayendo una muestra final de estudio 228 ojos de cerdo. El motivo por el que excluimos 3 de los ojos vitrectomizados fue el desarrollo de desprendimiento de retina iatrogénico en 2 de los casos y catarata iatrogénica en otro de ellos.

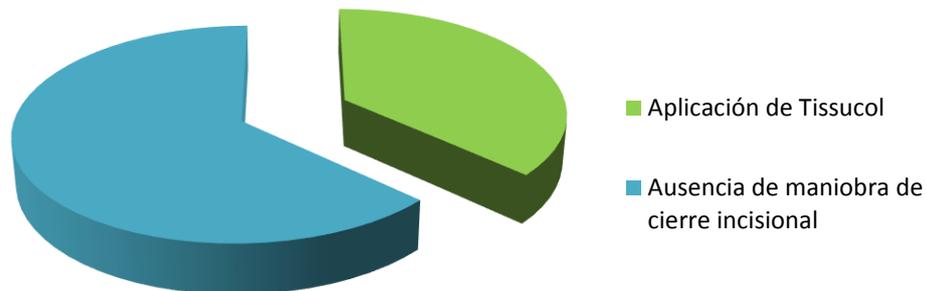


**Figura 15 – Diagrama de sectores.** Población vitrectomizada sobre la que se aplican los criterios de exclusión.

## V.1.2 Comparación de esclerotomías filtrantes en función de la técnica de cierre incisional

### V.1.2.1 Tissucol vs ausencia de maniobra de cierre

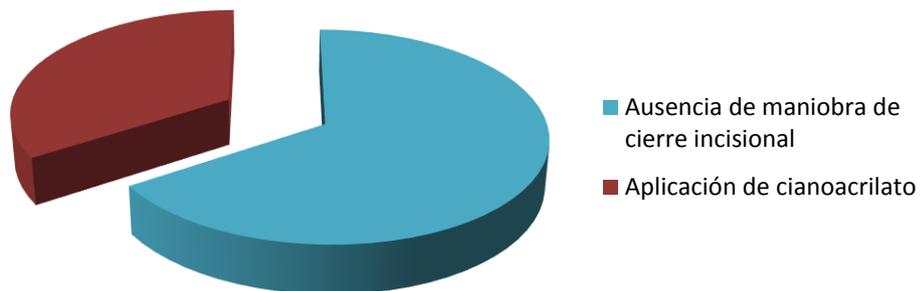
- Aplicación de Tissucol: 27 esclerotomías del total de 76 (35,5%).
- Ausencia de maniobra de cierre incisional: 49 esclerotomías del total de 76 (64,5%).



**Figura 16 – Diagrama de sectores.** Proporción de esclerotomías que muestran filtrado en la muestra de ojos en la que se compara aplicación de tissucol vs ausencia de maniobra de cierre.

### V.1.2.2 Aplicación de cianoacrilato vs ausencia de maniobra de cierre

- Aplicación de cianoacrilato: 24 esclerotomías del total de 76 (31,6%).
- Ausencia de maniobra de cierre incisional: 52 esclerotomías del total de 76 (68,4%).



**Figura 17 – Diagrama de sectores.** Proporción de esclerotomías que muestran filtrado en la muestra de ojos en la que se compara aplicación de cianoacrilato vs ausencia de maniobra de cierre.

### V.1.2.3. Aplicación de tissucol vs cianoacrilato

- Aplicación de Tissucol: 42 esclerotomías del total de 76 (55,3%).
- Aplicación de Cianoacrilato: 34 esclerotomías del total de 76 (44,7%).



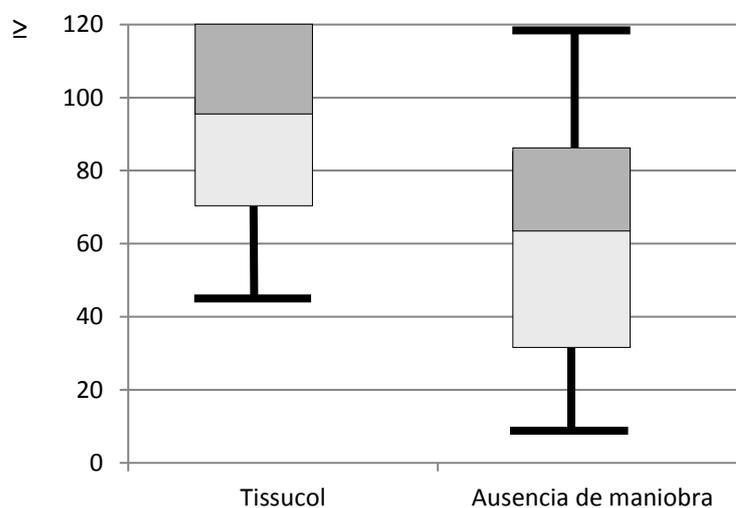
**Figura 18 – Diagrama de sectores.** Proporción de esclerotomías que muestran filtrado en la muestra de ojos en la que se compara aplicación de Tissucol vs Cianoacrilato.

### V.1.3 Presión a la que filtran las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional empleada

#### V.1.3.1 Aplicación de tissucol vs ausencia de maniobra de cierre

	Nº Casos (total 76)	Valor Presión Mín. (mm Hg)	Valor Presión Máx. (mm Hg)	1 <sup>er</sup> Cuartil (mm Hg)	2 <sup>o</sup> Cuartil (mm Hg)	3 <sup>er</sup> Cuartil (mm Hg)
<b>Tissucol</b>	27	45	> 120	70	95	> 120
<b>Ausencia maniobra</b>	49	10	> 120	30	65	85

Presión Intraocular

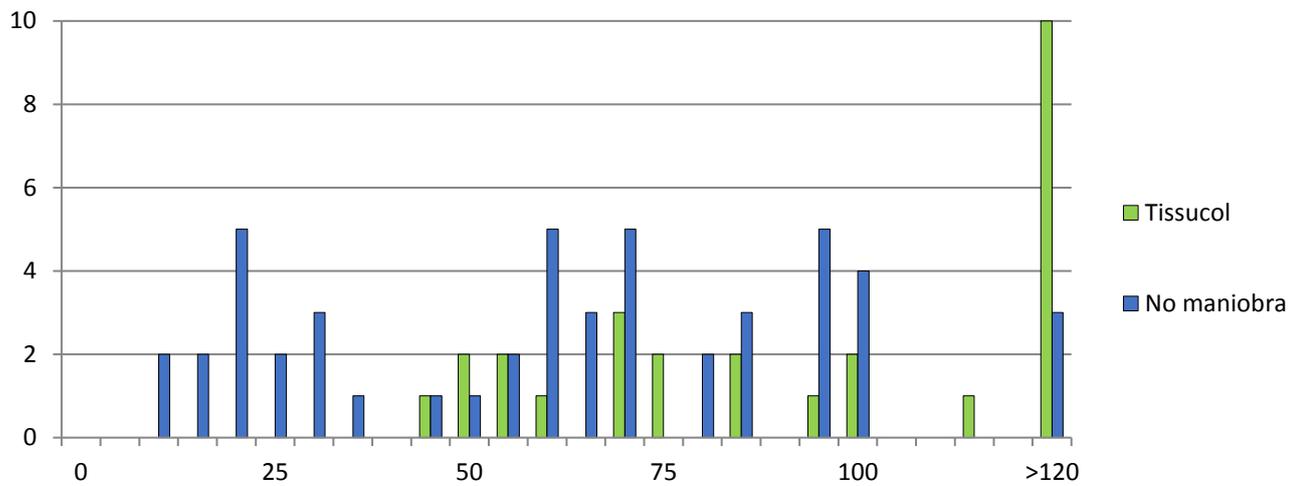


**Figura 19 – Diagrama de cajas.** Rangos y cuartiles de presión de filtración en función de la maniobra de cierre incisional empleada (tissucol vs ausencia de maniobra de cierre). Distribución de los casos según grupos de presión de filtración

- Distribución de los casos según grupos de presión de filtración:

Grupos de Presión (mm Hg)	Tissucol	No Maniobra	Grupos de Presión (mm Hg)	Tissucol	No maniobra
5	0	0	65	0	3
10	0	2	70	3	5
15	0	2	75	2	0
20	0	5	80	0	2
25	0	2	85	2	3
30	0	3	90	0	0
35	0	1	95	1	5
40	0	0	100	2	4
45	1	1	105	0	0
50	2	1	110	0	0
55	2	2	115	1	0
60	1	5	120	0	0
			>120	10	3

**Figura 20 – Tabla de frecuencias.** Número de casos por grupo de presión que muestran drenaje de líquido intraocular en las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional empleada (tissucol vs ausencia de maniobra).

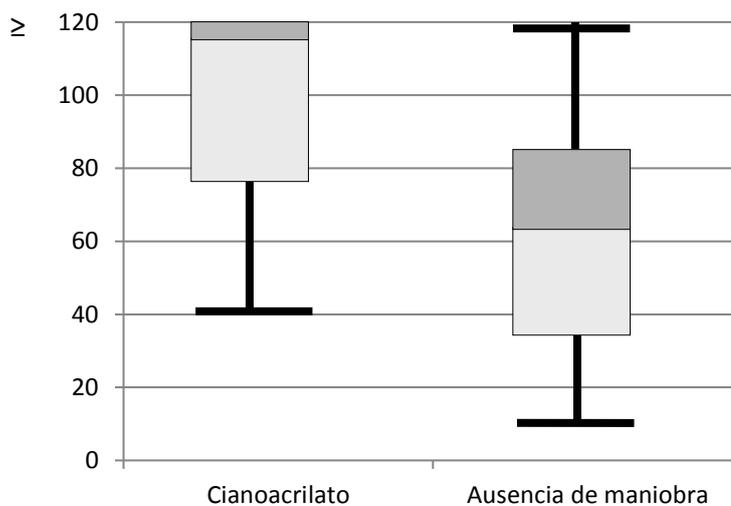


**Figura 21 – Diagrama de barras.** Número de casos por grupo de presión que muestran drenaje de líquido intraocular en las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional empleada (tissucol vs ausencia de maniobra).

### V.1.3.2 Cianoacrilato vs ausencia de maniobra de cierre

	Nº Casos (total 76)	Valor Presión Mín. (mm Hg)	Valor Presión Máx. (mm Hg)	1 <sup>er</sup> Cuartil (mm Hg)	2º Cuartil (mm Hg)	3 <sup>er</sup> Cuartil (mm Hg)
<b>Cianoacrilato</b>	24	40	> 120	78,75	112,5	>120
<b>Ausencia maniobra</b>	52	10	> 120	35	62,5	85

Presión Intraocular

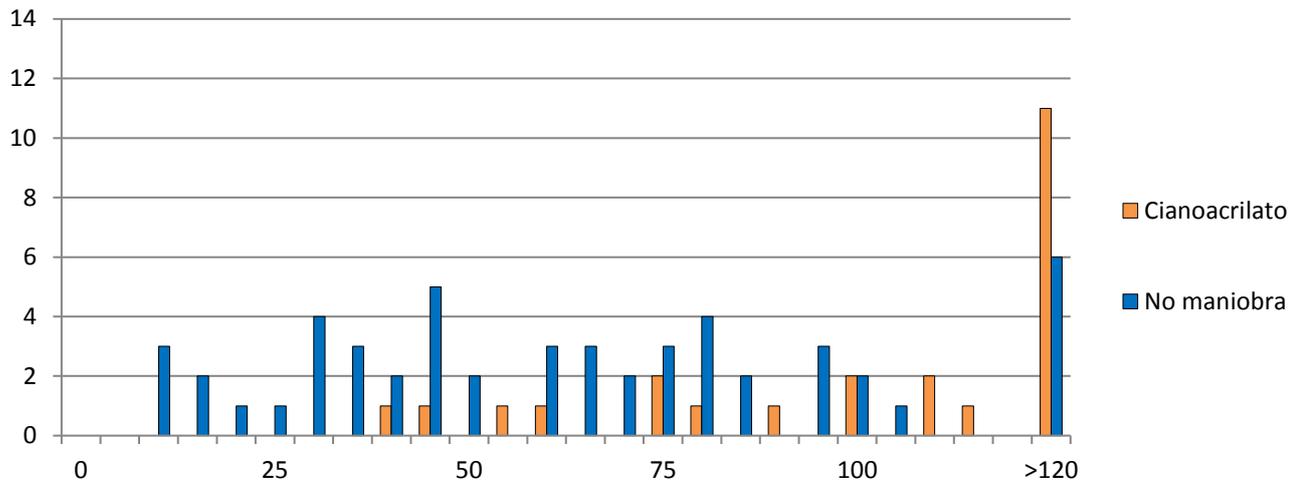


**Figura 22 – Diagrama de cajas.** Rangos y cuartiles de presión de filtración en función de la maniobra de cierre incisional empleada (cianoacrilato vs ausencia de maniobra de cierre).

- Distribución de los casos según grupos de presión de filtración:

Grupos de Presión (mm Hg)	Cianoacrilato	No maniobra	Grupos de Presión (mm Hg)	Cianoacrilato	No maniobra
5	0	0	65	0	3
10	0	3	70	0	2
15	0	2	75	2	3
20	0	1	80	1	4
25	0	1	85	0	2
30	0	4	90	1	0
35	0	3	95	0	3
40	1	2	100	2	2
45	1	5	105	0	1
50	0	2	110	2	0
55	1	0	115	1	0
60	1	3	120	0	0
			>120	11	6

**Figura 23 – Tabla de frecuencias.** Número de casos por grupo de presión que muestran drenaje de líquido intraocular en las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional empleada (cianoacrilato vs ausencia de maniobra).

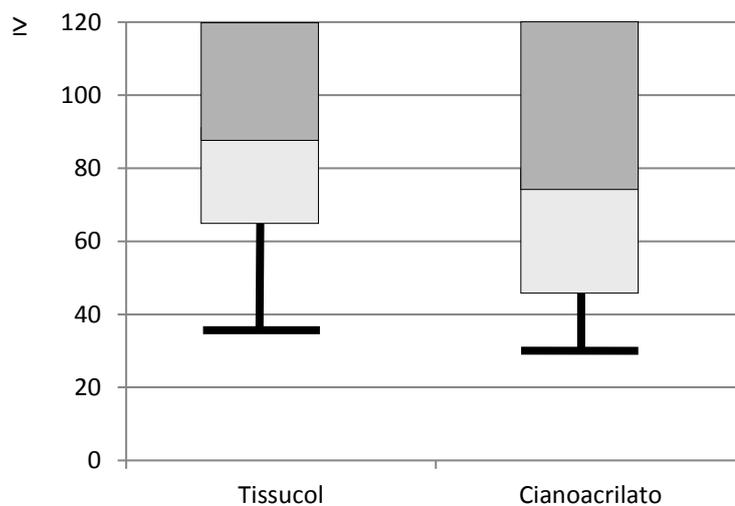


**Figura 24– Diagrama de barras.** Número de casos por grupo de presión que muestran drenaje de líquido intraocular en las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional empleada (cianoacrilato vs ausencia de maniobra).

### V.1.3.3 Aplicación de tissucol vs cianoacrilato

	Nº Casos (total 76)	Valor Presión Mín. (mm Hg)	Valor Presión Máx. (mm Hg)	1 <sup>er</sup> Cuartil (mm Hg)	2º Cuartil (mm Hg)	3 <sup>er</sup> Cuartil (mm Hg)
<b>Tissucol</b>	42	35	> 120	65	87,5	>120
<b>Cianoacrilato</b>	34	30	> 120	46,25	75	> 120

Presión Intraocular

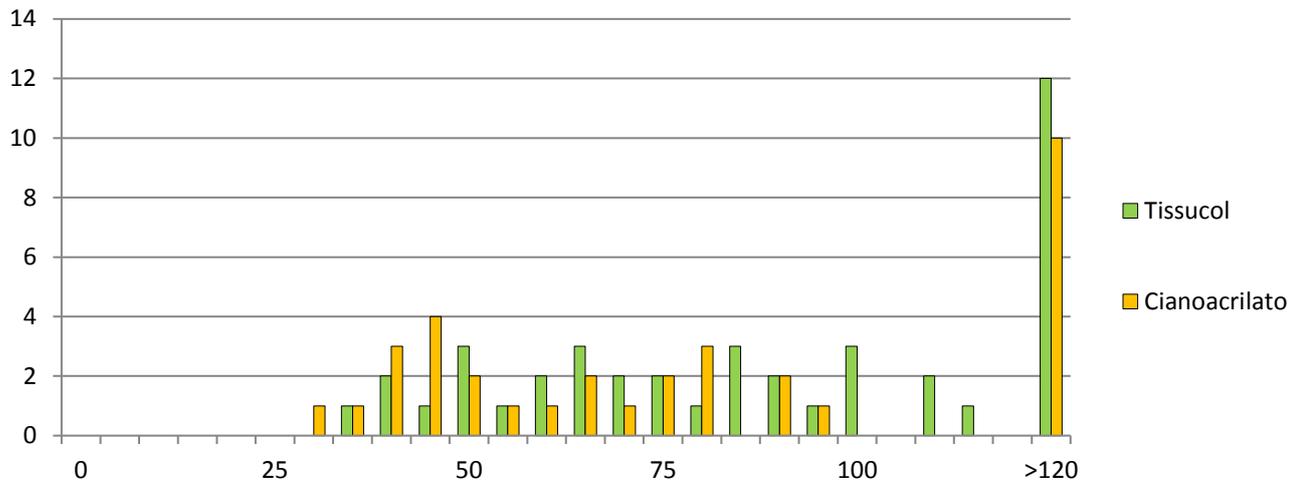


**Figura 25 – Diagrama de cajas.** Rangos y cuartiles de presión de filtración en función de la maniobra de cierre incisional empleada (aplicación de tissucol vs cianoacrilato).

- Distribución de los casos según grupos de presión de filtración

Grupos de Presión (mm Hg)	Tissucol	Cianoacrilato	Grupos de Presión (mm Hg)	Tissucol	Cianoacrilato
5	0	0	65	3	2
10	0	0	70	2	1
15	0	0	75	2	2
20	0	0	80	1	3
25	0	0	85	3	0
30	0	1	90	2	2
35	1	1	95	1	1
40	2	3	100	3	0
45	1	4	105	0	0
50	3	2	110	2	0
55	1	1	115	1	0
60	2	1	120	0	0
			>120	12	10

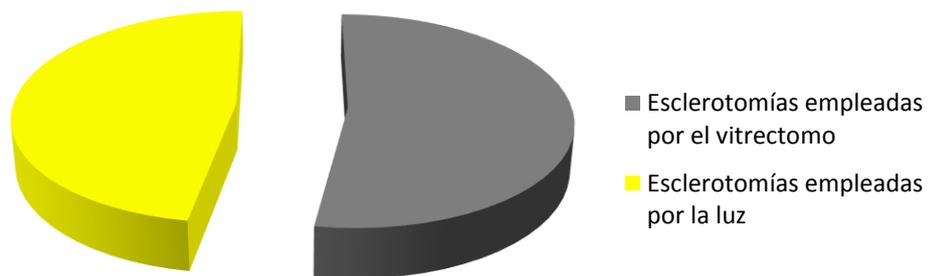
**Figura 26 – Tabla de frecuencias.** Número de casos por grupo de presión que muestran drenaje de líquido intraocular en las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional empleada (aplicación de tissucol vs cianoacrilato).



**Figura 27 – Diagrama de barras.** Número de casos por grupo de presión que muestran drenaje de líquido intraocular en las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional empleada (aplicación de tissucol vs cianoacrilato).

#### V.1.4 Proporción de esclerotomías que muestran filtrado en función de su uso

- Esclerotomías utilizadas por la sonda del vitrectomo, que drenan líquido intraocular: 119 casos, del total de 228 esclerotomías (52,2% de los casos).
- Esclerotomías utilizadas por la sonda de luz endocular, que drenan líquido intraocular: 109 casos, del total de 228 esclerotomías (47,8% de los casos).

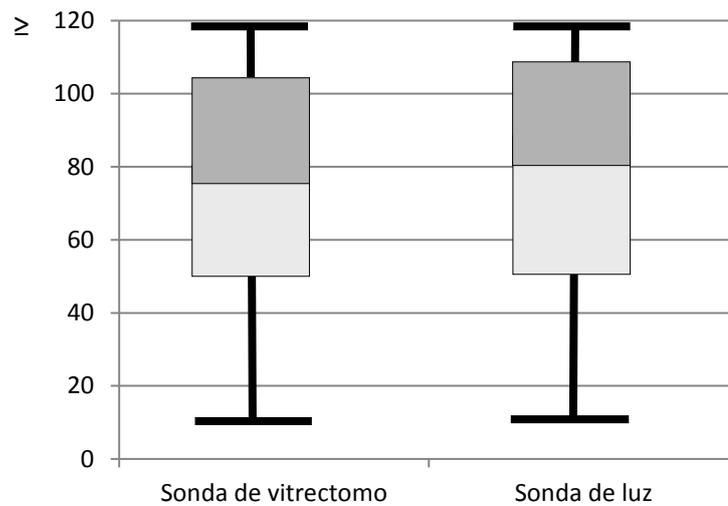


*Figura 28– Diagrama de sectores. Proporción de esclerotomías que muestran drenaje de líquido en función del uso al que estuvieran destinadas.*

### V.1.5 Presión a la que filtran las esclerotomías en función de su uso

	Nº Casos (total 228)	Valor Presión Mín. (mm Hg)	Valor Presión Máx. (mm Hg)	1 <sup>er</sup> Cuartil (mm Hg)	2 <sup>o</sup> Cuartil (mm Hg)	3 <sup>er</sup> Cuartil (mm Hg)
Sonda de vitreotomo	119	10	> 120	50	75	107,5
Sonda de luz	109	10	> 120	50	80	110

Presión Intraocular

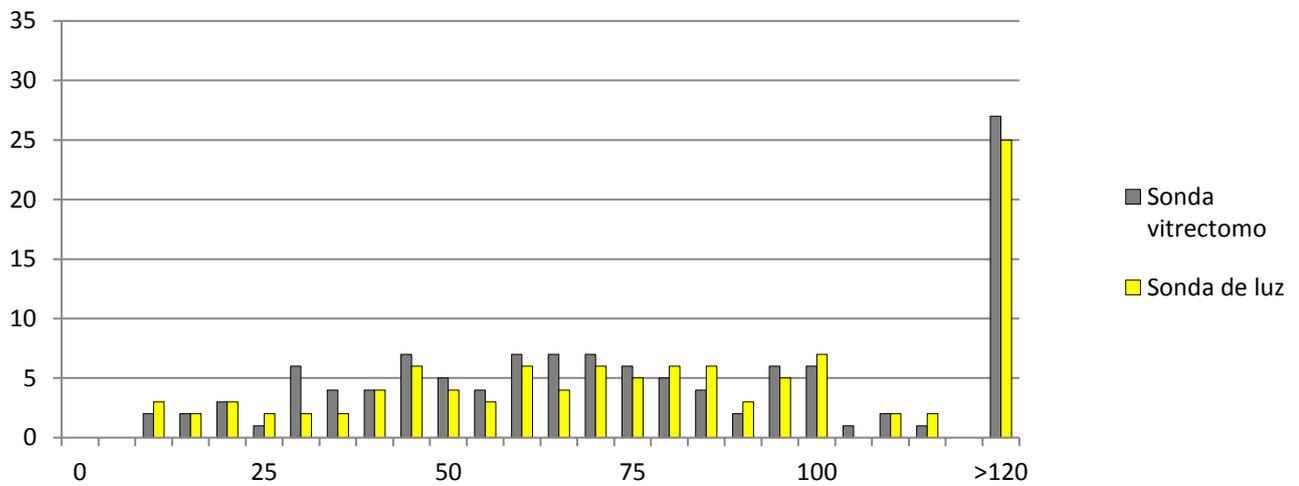


**Figura 29 – Diagrama de cajas.** Rangos y cuartiles de presión de filtración en función de su uso (entrada sonda de vitreotomo/sonda de luz).

- Distribución de los casos según grupos de presión de filtración

Grupos de Presión (mm Hg)	Sonda de vitreotomo	Sonda de luz	Grupos de Presión (mm Hg)	Sonda de vitreotomo	Sonda de luz
5	0	0	65	7	4
10	2	3	70	7	6
15	2	2	75	6	5
20	3	3	80	5	6
25	1	2	85	4	6
30	6	2	90	2	3
35	4	2	95	6	5
40	4	4	100	6	7
45	7	6	105	1	0
50	5	5	110	2	2
55	4	3	115	1	2
60	7	6	120	0	0
			>120	27	25

*Figura 30 – Tabla de frecuencias. Número de casos por grupo de presión que muestran drenaje de líquido intraocular en las esclerotomías en función de su uso.*



**Figura 31 – Diagrama de barras.** Número de casos por grupo de presión que muestran drenaje de líquido intraocular en las esclerotomías en función de su uso.

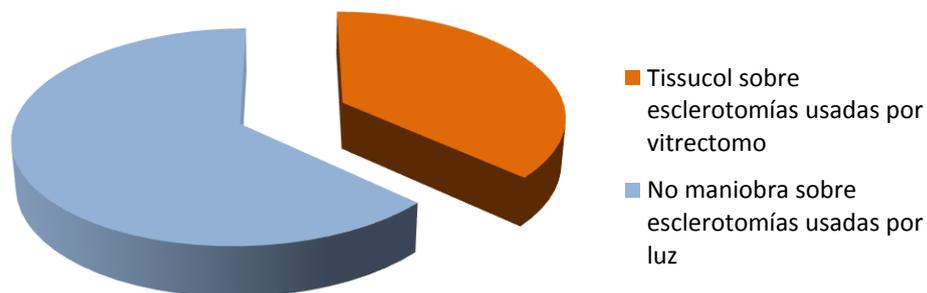
### **V.1.6 Comparación de esclerotomías filtrantes en los diferentes subgrupos, combinando maniobra de cierre incisional y uso**

- 76 ojos en los que se enfrenta aplicación de tissucol vs no maniobra:
  - En 38 ojos se aplicó tissucol sobre esclerotomías usadas por vitreotomo/No maniobra sobre esclerotomía empleada por luz:
    - En 14 casos filtró la esclerotomía tratada con tissucol, usada por el vitreotomo.
    - En 24 casos filtró la esclerotomía no tratada, usada por la luz.
  - En 38 ojos se aplicó tissucol sobre esclerotomías usadas por luz/No maniobra sobre esclerotomía empleada por vitreotomo:
    - En 25 casos filtró la esclerotomía no tratada, usada por el vitreotomo.
    - En 13 casos filtró la esclerotomía tratada con tissucol, usada por la luz.
  
- 76 ojos en los que se compara la aplicación de cianoacrilato vs no maniobra:
  - En 38 ojos se aplicó cianoacrilato sobre esclerotomías usadas por vitreotomo/No maniobra sobre esclerotomía empleada por la luz:
    - En 13 casos filtró la esclerotomía tratada con cianoacrilato, usada por el vitreotomo.
    - En 25 casos filtró la esclerotomía no tratada, usada por la luz.
  - En 38 ojos se aplicó cianoacrilato sobre esclerotomías usadas por la luz/No maniobra sobre esclerotomía empleada por el vitreotomo:
    - En 27 casos filtró la esclerotomía no tratada, usada por el vitreotomo.
    - En 11 casos filtró la esclerotomía tratada con cianoacrilato, usada por la luz.
  
- 76 ojos en los que se enfrenta aplicación de tissucol vs cianoacrilato:
  - En 38 ojos se aplicó tissucol sobre esclerotomías usadas por vitreotomo/Cianoacrilato sobre esclerotomía empleada por la luz:

- En 22 casos filtró la esclerotomía tratada con tissucol, usada por el vitreotomo.
- En 16 casos filtró la esclerotomía tratada con cianoacrilato, usada por la luz.
- En 38 ojos se aplicó cianoacrilato sobre esclerotomías usadas por el vitreotomo/ Tissucol sobre esclerotomía empleada por la luz:
  - En 18 casos filtró la esclerotomía tratada con cianoacrilato, usada por el vitreotomo.
  - En 20 casos filtró la esclerotomía tratada con tissucol, usada por la luz.

### V.1.6.1 Aplicación de tissucol vs ausencia de maniobra de cierre

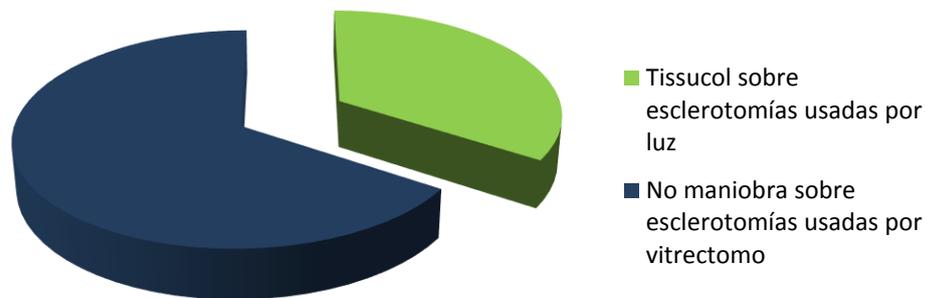
- Ojos sobre los que aplica tissucol en incisión empleada por el vitreotomo, y ninguna maniobra en incisión empleada por la luz:
  - o Esclerotomías usadas por vitreotomo, sobre las que se aplicó tissucol: 14 de las 38 esclerotomías mostraron drenaje de líquido intraocular (36,8%).
  - o Esclerotomías usadas por la sonda de luz, no sometidas a maniobra alguna: 24 de las 38 esclerotomías mostraron drenaje de líquido intraocular (63,2%)



**Figura 32 – Diagrama de sectores.** Proporción de esclerotomías que muestran filtrado en la muestra de ojos en la que se comparan incisiones empleadas por vitreotomo sobre las que se aplica tissucol vs esclerotomías empleadas por sonda de luz sobre las que no se ejerce maniobra alguna de cierre.

Ojos sobre los que se aplica tissucol en incisión empleada por la sonda de luz, y ninguna maniobra en incisión empleada por vitrectomo:

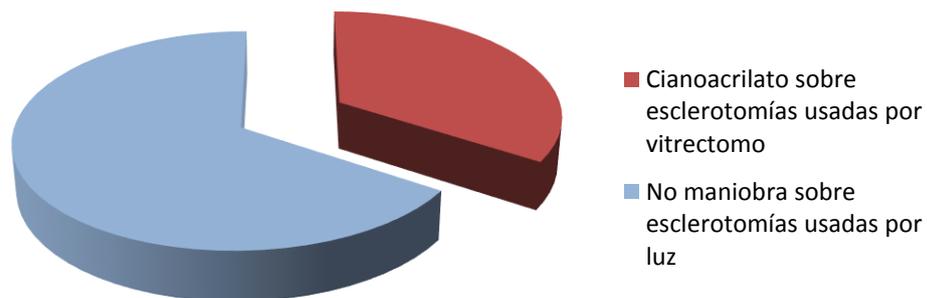
- Esclerotomías usadas por la sonda de luz, sobre las que se aplicó tissucol: 13 de las 38 esclerotomías mostraron drenaje de líquido intraocular (34,2%).
- Esclerotomías usadas por la sonda del vitreotomo, no sometidas a maniobra de cierre alguna: 25 de las 38 esclerotomías mostraron drenaje de líquido intraocular (65,8%).



**Figura 33 – Diagrama de sectores.** Proporción de esclerotomías que muestran filtrado en la muestra de ojos en la que se comparan incisiones empleadas por sonda de luz sobre las que se aplica tissucol vs esclerotomías empleadas por sonda de vitreotomo sobre las que no se ejerce maniobra alguna de cierre.

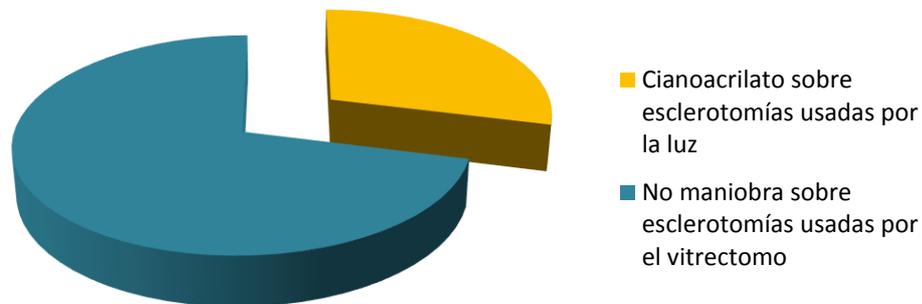
### V.1.6.2 Aplicación de cianoacrilato vs ausencia de maniobra de cierre

- Ojos sobre los que se aplica cianoacrilato en incisión empleada por la sonda del vitrectomo, y ninguna maniobra en incisión empleada por la luz:
  - o Esclerotomías usadas por vitrectomo, sobre las que se aplicó cianoacrilato: 13 de las 38 esclerotomías mostraron drenaje de líquido intraocular (34,2%).
  - o Esclerotomías usadas por la sonda de luz, no sometidas a maniobra alguna: 25 de las 38 esclerotomías mostraron drenaje de líquido intraocular (65,8%).



**Figura 34 – Diagrama de sectores.** Proporción de esclerotomías que muestran filtrado en la muestra de ojos en la que se comparan incisiones empleadas por sonda del vitrectomo sobre las que se aplica cianoacrilato vs esclerotomías empleadas por sonda de luz endocular sobre las que no se ejerce maniobra alguna de cierre.

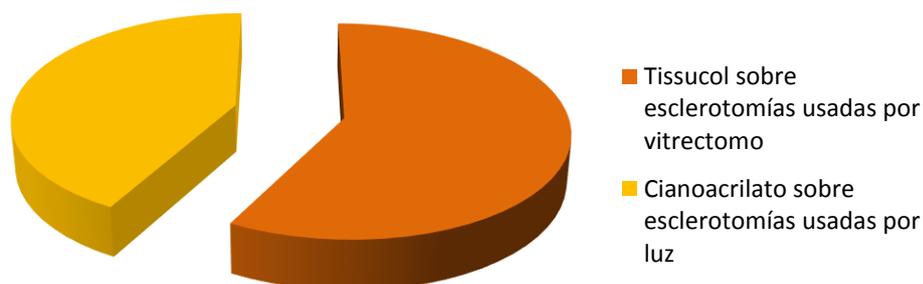
- Ojos sobre los que se aplica cianoacrilato en incisión empleada por la luz, y ninguna maniobra en incisión empleada por el vitrectomo:
  - Esclerotomías usadas por la luz, sobre las que se aplicó cianoacrilato: 11 de las 38 esclerotomías mostraron drenaje de líquido intraocular (28,9%).
  - Esclerotomías usadas por el vitrectomo, no sometidas a maniobra alguna: 27 de las 38 esclerotomías mostraron drenaje de líquido intraocular (71,1%).



**Figura 35 – Diagrama de sectores.** Proporción de esclerotomías que muestran filtrado en la muestra de ojos en la que se comparan incisiones empleadas por la sonda de luz sobre las que se aplica cianoacrilato vs esclerotomías empleadas por sonda del vitrectomo sobre las que no se ejerce maniobra alguna de cierre.

### V.1.6.3 Aplicación de tissucol vs aplicación de cianoacrilato

- Ojos sobre los que se aplica tissucol en incisión empleada por el vitrectomo, y cianoacrilato sobre la incisión empleada por la luz:
  - Esclerotomías usadas por vitrectotomo, sobre las que se aplicó tissucol: 22 de las 38 esclerotomías mostraron drenaje de líquido intraocular (57,9%).
  - Esclerotomías usadas por la sonda de luz, sobre las que se aplicó cianoacrilato: 16 de las 38 esclerotomías mostraron drenaje de líquido intraocular (42,1%).



**Figura 36 – Diagrama de sectores.** Proporción de esclerotomías que muestran filtrado en la muestra de ojos en la que se comparan incisiones empleadas por sonda del vitrectotomo sobre las que se aplica tissucol vs esclerotomías empleadas por sonda de luz endocular sobre las que se aplica cianoacrilato.

- Ojos sobre los que se aplica tissucol de bordes esclerales en incisión empleada por la luz, y cianoacrilato sobre la incisión empleada por el vitreotomo:
  - o Esclerotomías usadas por la luz, sobre las que se aplicó tissucol: 20 de las 38 esclerotomías mostraron drenaje de líquido intraocular (52,6%).
  - o Esclerotomías usadas por el vitreotomo, sobre las que se aplicó cianoacrilato: 18 de las 38 esclerotomías mostraron drenaje de líquido intraocular (47,4%).



**Figura 37 – Diagrama de sectores.** Proporción de esclerotomías que muestran filtrado en la muestra de ojos en la que se comparan incisiones empleadas por la sonda de la luz sobre las que se aplica tissucol vs esclerotomías empleadas por sonda del vitreotomo sobre las que se aplica cianoacrilato.

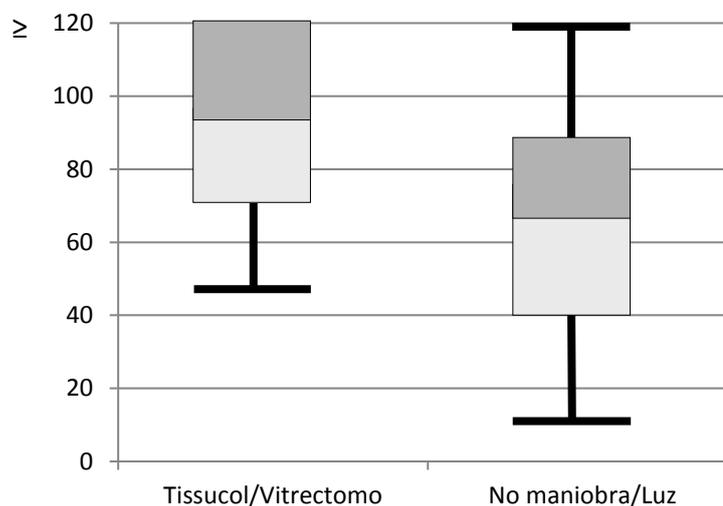
## V.1.7 Comparación de la presión a la que filtran las esclerotomías en los diferentes subgrupos, combinando maniobra de cierre incisional y uso

### V.1.7.1 Aplicación de tissucol vs no maniobra

-Ojos sobre los que se aplica tissucol en incisiones empleadas por vitrectomía y ninguna maniobra en incisiones empleadas por luz

	Nº Casos (total 38)	Valor Presión Mín. (mm Hg)	Valor Presión Máx. (mm Hg)	1º Cuartil (mm Hg)	2º Cuartil (mm Hg)	3º Cuartil (mm Hg)
Tissucol/ Vitrectomía	14	45	> 120	71,25	92,5	>120
No maniobra/ Luz	24	10	> 120	40	67,5	87,5

Presión Intraocular

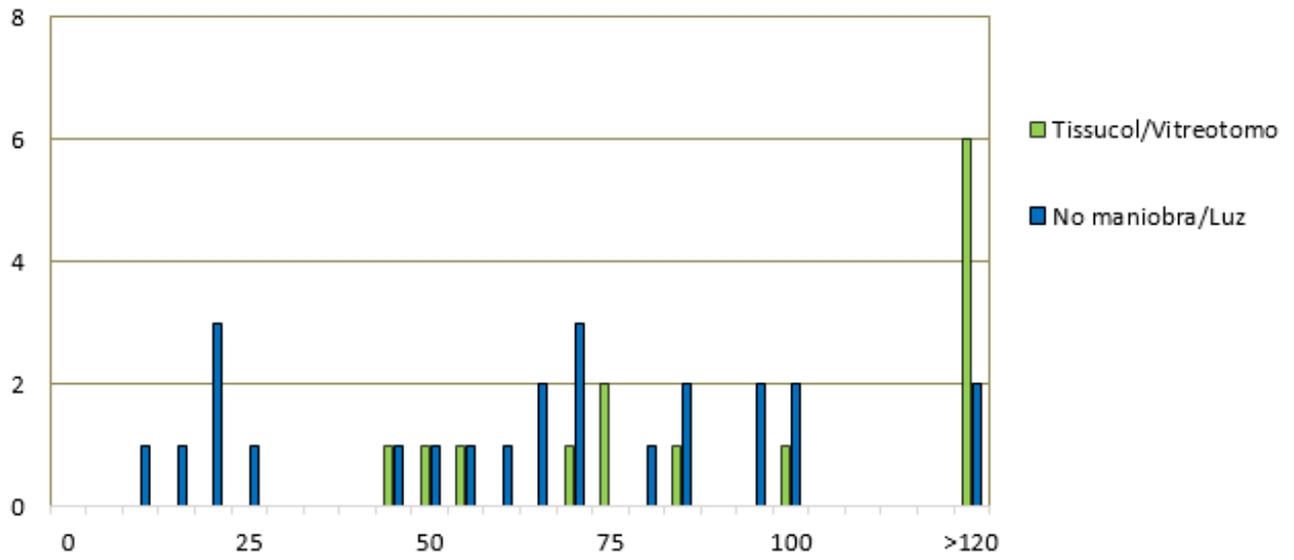


**Figura 38 – Diagrama de cajas.** Rangos y cuartiles de presión de filtración en función de la maniobra de cierre incisional practicada y el uso para el que se emplea la esclerotomía (aplicación de tissucol/vitrectomía vs no maniobra de cierre incisional/luz endocular).

- Distribución de los casos según grupos de presión de filtración

Grupos de Presión (mm Hg)	Tissucol/Vitreotomo	No maniobra/luz	Grupos de Presión (mm Hg)	Tissucol/Vitreotomo	No maniobra/Luz
5	0	0	65	0	2
10	0	1	70	1	3
15	0	1	75	2	0
20	0	3	80	0	1
25	0	1	85	1	2
30	0	0	90	0	0
35	0	0	95	0	2
40	0	0	100	1	2
45	1	1	105	0	0
50	1	1	110	0	0
55	1	1	115	0	0
60	0	1	120	0	0
			>120	6	2

**Figura 39 – Tabla de frecuencias.** Número de casos por grupo de presión que muestran drenaje de líquido intraocular en las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional practicada y el uso para el que se emplea la esclerotomía (tissucol/vitreotomo vs no maniobra de cierre incisional/luz endocular).

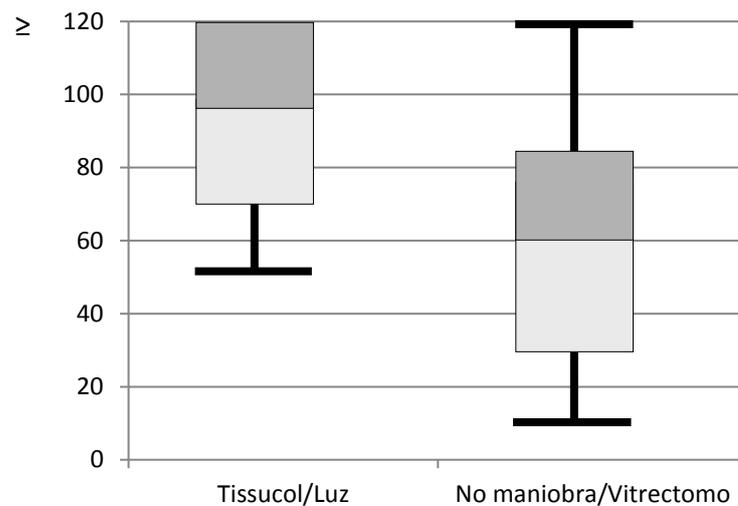


**Figura 40 – Diagrama de barras.** Número de casos por grupo de presión que muestran drenaje de líquido intraocular en las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional practicada y el uso para el que se emplea la esclerotomía (tissucol/vitreotomo vs no maniobra de cierre incisional/luz endocular).

-Ojos sobre los que se aplica tissucol en incisiones empleadas por la luz y ninguna maniobra en incisiones empleadas por el vitreotomo

	Nº Casos (total 38)	Valor Presión Mín. (mm Hg)	Valor Presión Máx. (mm Hg)	1 <sup>er</sup> Cuartil (mm Hg)	2 <sup>o</sup> Cuartil (mm Hg)	3 <sup>er</sup> Cuartil (mm Hg)
<b>Tissucol/Luz</b>	13	50	> 120	70	95	>120
<b>No maniobra/ Vitreotomo</b>	25	10	> 120	30	60	85

Presión Intraocular

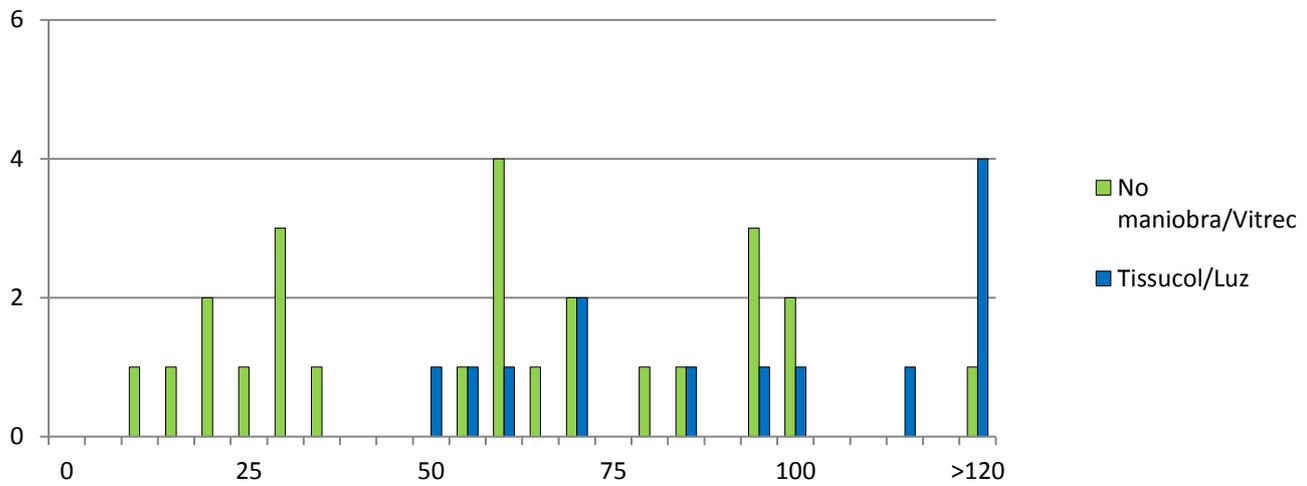


**Figura 41 – Diagrama de cajas.** Rangos y cuartiles de presión de filtración en función de la maniobra de cierre incisional practicada y el uso para el que se emplea la esclerotomía (tissucol/luz vs no maniobra de cierre incisional/vitreotomo).

- Distribución de los casos según grupos de presión de filtración

Grupos de Presión (mm Hg)	Tissucol/Luz	No maniobra/Vitreotomo	Grupos de Presión (mm Hg)	Tissucol/Luz	No maniobra/Vitreotomo
5	0	0	65	0	1
10	0	1	70	2	2
15	0	1	75	0	0
20	0	2	80	0	1
25	0	1	85	1	1
30	0	3	90	0	0
35	0	1	95	1	3
40	0	0	100	1	2
45	0	0	105	0	0
50	1	0	110	0	0
55	1	1	115	1	0
60	1	4	120	0	0
			>120	4	1

**Figura 42 – Tabla de frecuencias.** Número de casos por grupo de presión que muestran drenaje de líquido intraocular en las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional practicada y el uso para el que se emplea la esclerotomía (tissucol/luz vs no maniobra de cierre incisional/vitreotomo).



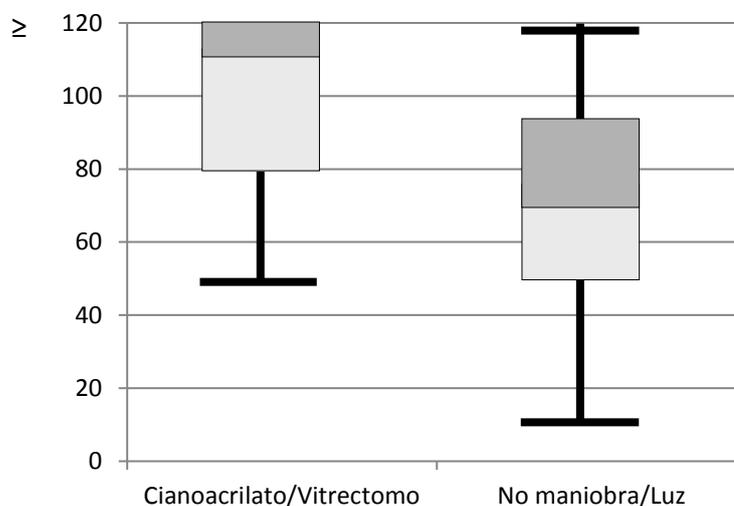
**Figura 43– Diagrama de barras.** Número de casos por grupo de presión que muestran drenaje de líquido intraocular en las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional practicada y el uso para el que se emplea la esclerotomía (tissucol/luz vs no maniobra de cierre incisional/vitrectomía).

### V.1.7.2 Aplicación de cianoacrilato vs no maniobra

-Ojos sobre los que se aplica cianoacrilato en incisiones empleadas por vitrectomía y ninguna maniobra en incisiones empleadas por luz

	Nº Casos (total 38)	Valor Presión Mín. (mm Hg)	Valor Presión Máx. (mm Hg)	1º Cuartil (mm Hg)	2º Cuartil (mm Hg)	3º Cuartil (mm Hg)
<b>Cianoacrilat / Vitrectomía</b>	13	45	> 120	80	110	>120
<b>No maniobra/ Luz</b>	25	10	> 120	45	70	95

**Presión Intraocular**

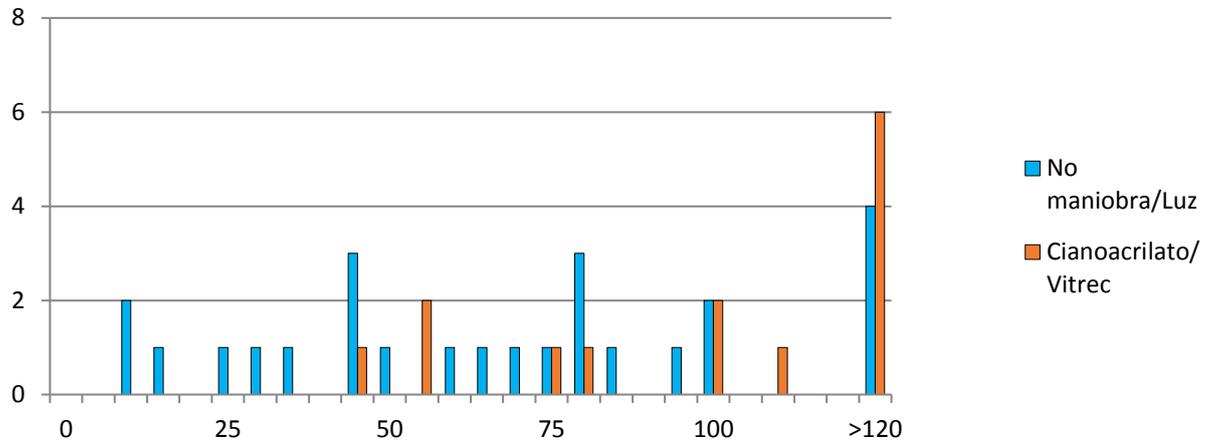


**Figura 44 – Diagrama de cajas.** Rangos y cuartiles de presión de filtración en función de la maniobra de cierre incisional practicada y el uso para el que se emplea la esclerotomía (cianoacrilato/vitrectomía vs no maniobra de cierre incisional/luz endocular).

- Distribución de los casos según grupos de presión de filtración

Grupos de Presión (mm Hg)	Cianoacrilato/Vitreotomo	No maniobra/Luz	Grupos de Presión (mm Hg)	Cianoacrilato/Vitreotomo	No maniobra/Luz
5	0	0	65	0	1
10	0	2	70	0	1
15	0	1	75	1	1
20	0	0	80	1	3
25	0	1	85	0	1
30	0	1	90	0	0
35	0	1	95	0	1
40	0	0	100	2	2
45	1	3	105	0	0
50	0	1	110	1	0
55	2	0	115	0	0
60	0	1	120	0	0
			>120	6	4

**Figura 45 – Tabla de frecuencias.** Número de casos por grupo de presión que muestran drenaje de líquido intraocular en las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional practicada y el uso para el que se emplea la esclerotomía (cianoacrilato/vitreotomo vs no maniobra de cierre incisional/luz endocular).

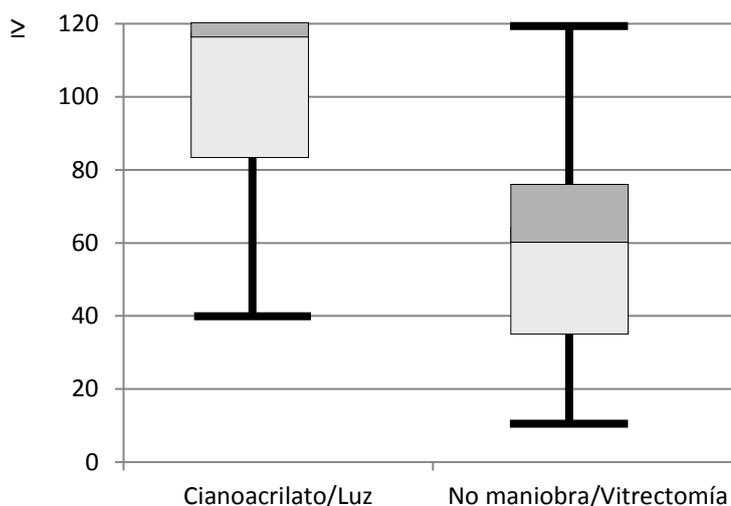


**Figura 46 – Diagrama de barras.** Número de casos por grupo de presión que muestran drenaje de líquido intraocular en las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional practicada y el uso para el que se emplea la esclerotomía (cianoacrilato/vitrectomía vs no maniobra de cierre incisional/luz endocutánea).

-Ojos sobre los que se aplica cianoacrilato en incisiones empleadas por la luz y ninguna maniobra en incisiones empleadas por el vitreotomo

	Nº Casos (total 38)	Valor Presión Mín. (mm Hg)	Valor Presión Máx. (mm Hg)	1 <sup>er</sup> Cuartil (mm Hg)	2º Cuartil (mm Hg)	3 <sup>er</sup> Cuartil (mm Hg)
<b>Cianoacrilat / Luz</b>	11	40	> 120	82,5	115	>120
<b>No maniobra/ Vitreotomo</b>	27	10	> 120	35	60	77,5

Presión Intraocular

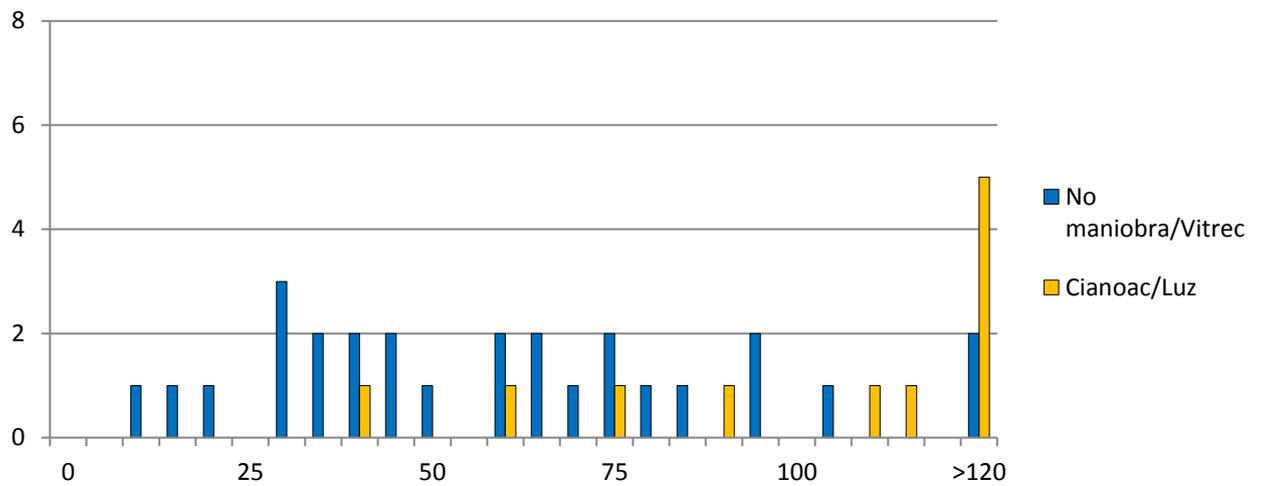


**Figura 47 – Diagrama de cajas.** Rangos y cuartiles de presión de filtración en función de la maniobra de cierre incisional practicada y el uso para el que se emplea la esclerotomía (cianoacrilato/luz vs no maniobra de cierre incisional/vitreotomo).

- Distribución de los casos según grupos de presión de filtración

Grupos de Presión (mm Hg)	Cianoacrilato/Luz	No maniobra/Vitreotomo	Grupos de Presión (mm Hg)	Cianoacrilato/Luz	No maniobra/Vitreotomo
5	0	0	65	0	2
10	0	1	70	0	1
15	0	1	75	1	2
20	0	1	80	0	1
25	0	0	85	0	1
30	0	3	90	1	0
35	0	2	95	0	2
40	1	2	100	0	0
45	0	2	105	0	1
50	0	1	110	1	0
55	0	0	115	1	0
60	1	2	120	0	0
			>120	5	2

**Figura 48 – Tabla de frecuencias.** Número de casos por grupo de presión que muestran drenaje de líquido intraocular en las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional practicada y el uso para el que se emplea la esclerotomía (cianoacrilato/luz vs no maniobra de cierre incisional/vitrectomía).



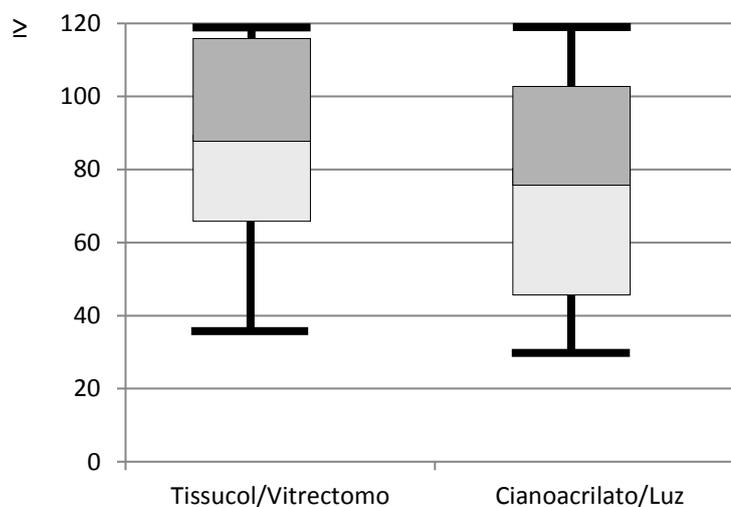
**Figura 49 – Diagrama de barras.** Número de casos por grupo de presión que muestran drenaje de líquido intraocular en las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional practicada y el uso para el que se emplea la esclerotomía (cianoacrilato/luz vs no maniobra de cierre incisional/vitreotomía).

### V. 1.7.3 Aplicación tissucol vs cianoacrilato

-Ojos sobre los que se aplica tissucol en incisiones empleadas por vitrectomo y cianoacrilato en incisiones empleadas por luz

	Nº Casos (total 38)	Valor Presión Mín. (mm Hg)	Valor Presión Máx. (mm Hg)	1 <sup>er</sup> Cuartil (mm Hg)	2º Cuartil (mm Hg)	3 <sup>er</sup> Cuartil (mm Hg)
<b>Tissucol/ Vitrectomo</b>	22	35	> 120	65	87,5	119,5
<b>Cianoacrilato / Luz</b>	16	30	> 120	43,75	75	101,5

Presión Intraocular

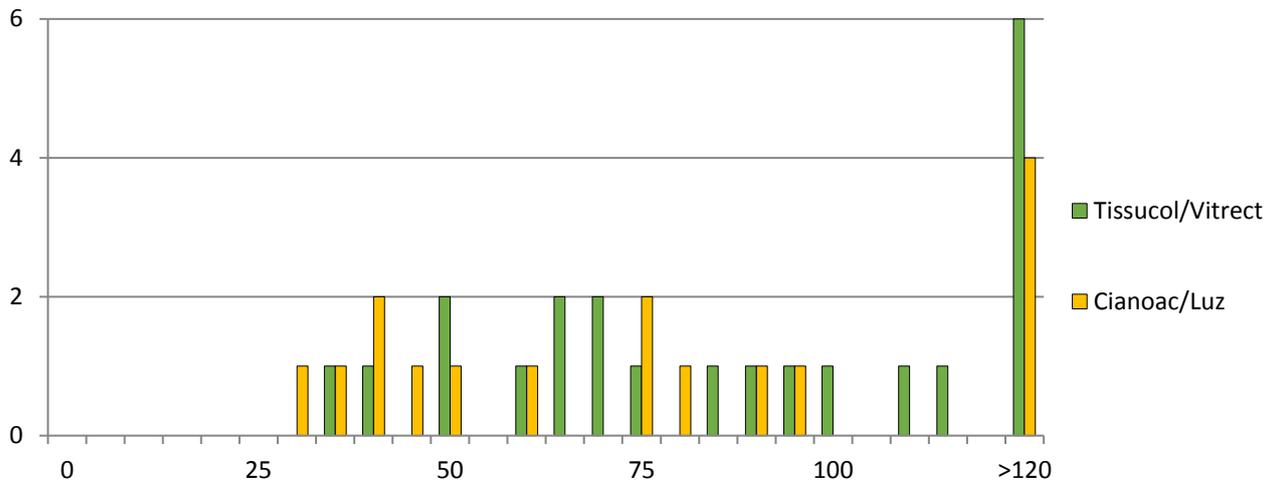


**Figura 50 – Diagrama de cajas.** Rangos y cuartiles de presión de filtración en función de la maniobra de cierre incisional practicada y el uso para el que se emplea la esclerotomía (tissucol/vitrectomo vs cianoacrilato/luz endocular).

- Distribución de los casos según grupos de presión de filtración

Grupos de Presión (mm Hg)	Tissucol/Vitreotomo	Cianoacrilato/Luz	Grupos de Presión (mm Hg)	Tissucol/Vitreotomo	Cianoacrilato/Luz
5	0	0	65	2	0
10	0	0	70	2	0
15	0	0	75	1	2
20	0	0	80	0	1
25	0	0	85	1	0
30	0	1	90	1	1
35	1	1	95	1	1
40	1	2	100	1	0
45	0	1	105	0	0
50	2	1	110	1	0
55	0	0	115	1	0
60	1	1	120	0	0
			>120	6	4

**Figura 51 – Tabla de frecuencias.** Número de casos por grupo de presión que muestran drenaje de líquido intraocular en las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional practicada y el uso para el que se emplea la esclerotomía (tissucol/vitreotomo vs cianoacrilato/luz endocular).

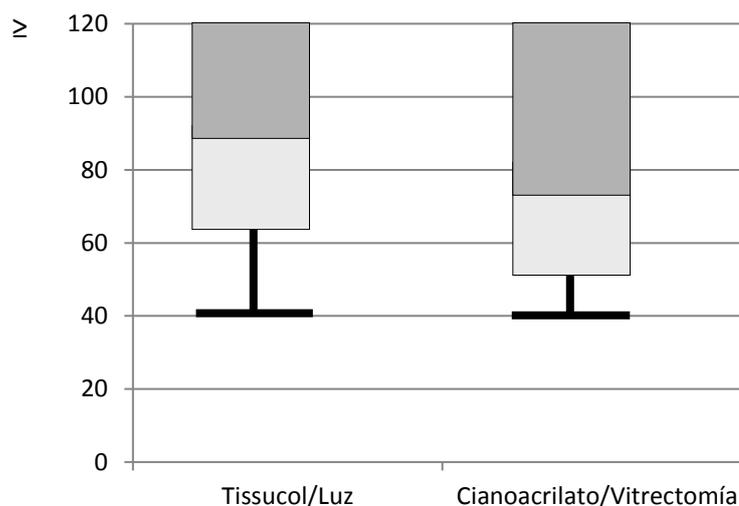


**Figura 52 – Diagrama de barras.** Número de casos por grupo de presión que muestran drenaje de líquido intraocular en las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional practicada y el uso para el que se emplea la esclerotomía (tissucol/vitreotomo vs cianoacrilato/luz endocular).

-Ojos sobre los que se aplica tissucol sobre las en incisiones empleadas por la luz y  
cianoacrilato en incisiones empleadas por el vitreotomo

	Nº Casos (total 38)	Valor Presión Mín. (mm Hg)	Valor Presión Máx. (mm Hg)	1 <sup>er</sup> Cuartil (mm Hg)	2 <sup>o</sup> Cuartil (mm Hg)	3 <sup>er</sup> Cuartil (mm Hg)
<b>Tissucol/Luz</b>	20	40	> 120	63,75	87,5	>120
<b>Cianoacrilato / Vitreotomo</b>	18	40	> 120	51,25	75	>120

**Presión Intraocular**

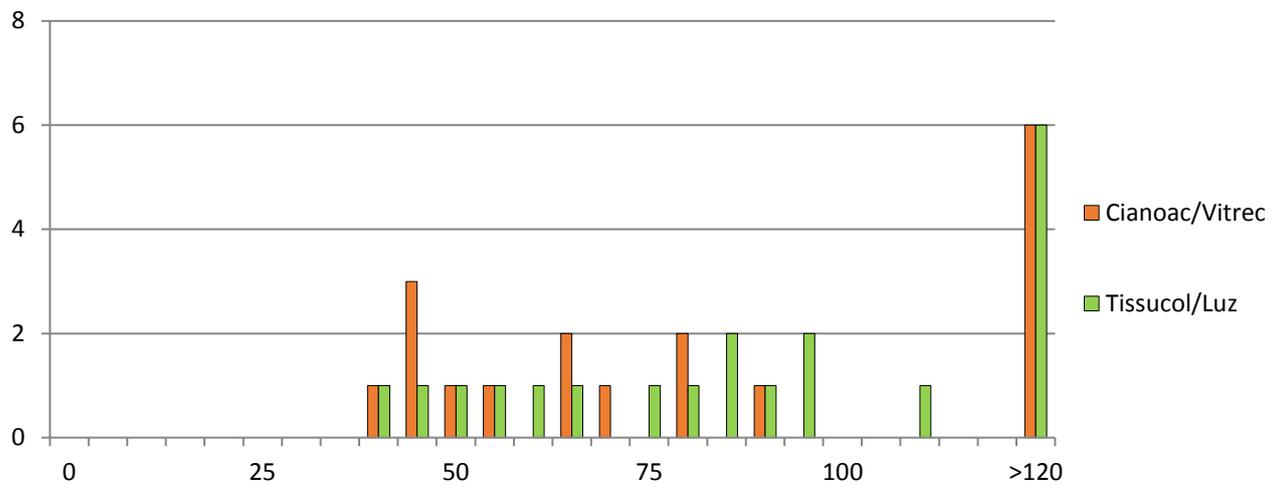


**Figura 53 – Diagrama de cajas.** Rangos y cuartiles de presión de filtración en función de la maniobra de cierre incisional practicada y el uso para el que se emplea la esclerotomía (tissucol/luz vs cianoacrilato/vitreotomo).

- Distribución de los casos según grupos de presión de filtración

Grupos de Presión (mm Hg)	Tissucol/Luz	Cianoacrilato/Vitreotomo	Grupos de Presión (mm Hg)	Tissucol/Luz	Cianoacrilato/Vitreotomo
5	0	0	65	1	2
10	0	0	70	0	1
15	0	0	75	1	0
20	0	0	80	1	2
25	0	0	85	2	0
30	0	0	90	1	1
35	0	0	95	2	0
40	1	1	100	0	0
45	1	3	105	0	0
50	1	1	110	1	0
55	1	1	115	0	0
60	1	0	120	0	0
			>120	6	6

**Figura 54 – Tabla de frecuencias.** Número de casos por grupo de presión que muestran drenaje de líquido intraocular en las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional practicada y el uso para el que se emplea la esclerotomía (tissucol/luz vs cianoacrilato/vitreotomo).



**Figura 55 – Diagrama de barras.** Número de casos por grupo de presión que muestran drenaje de líquido intraocular en las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional practicada y el uso para el que se emplea la esclerotomía (tissucol/luz vs cianoacrilato/vitrectomo).

## V.2 ESTUDIO ANALÍTICO

### V.2.1 Estudio analítico acerca del filtrado de las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional practicada.

#### V.2.1.1 Análisis de la proporción de esclerotomías que presentan filtrado en función de la maniobra de cierre incisional practicada.

Para el análisis estadístico de la proporción de esclerotomías que presentan filtrado en función de la maniobra de cierre escleral practicada (aplicación de tissucol *vs* ausencia de maniobra, cianoacrilato *vs* ausencia de maniobra, tissucol *vs* cianoacrilato), empleamos el test de una proporción (test de la Chi-cuadrado con un grado de libertad). Al considerar la aproximación a la normal, hubo que tener en cuenta su corrección por continuidad, dado que los valores son discretos y no continuos. Consideramos como hipótesis nula que la ausencia de maniobra alguna en los primeros dos grupos y el uso de tissucol en el tercero de los grupos fuera del 50% (se esperan 38 casos de los 76).

En nuestro estudio, al analizar la muestra de ojos sobre cuyas esclerotomías se aplicó tissucol *vs* ausencia de maniobra alguna, la proporción de entradas tratadas con tissucol que drenaron líquido fue del 35,5% (27 casos de los 76), existiendo diferencias significativas entre el número de estas esclerotomías respecto de las incisiones filtrantes sobre las que no se aplicó maniobra alguna (los 49 casos restantes) ( $p = 0,002$ ).

Al estudiar los ojos sobre cuyas esclerotomías se aplicó cianoacrilato *vs* ausencia de maniobra alguna, la proporción de entradas sometidas a cianoacrilato que drenaron líquido fue del 31,6% (24 casos de los 76), existiendo diferencias significativas entre el número de estas esclerotomías respecto de las incisiones filtrantes sobre las que no se realizó maniobra de cierre alguna (los 52 casos restantes) ( $p < 0,001$ ).

Por último, al evaluar los ojos sobre cuyas esclerotomías se aplicó tissucol o cianoacrilato, la proporción de entradas sometidas a tissucol que drenaron líquido fue del 55,3% (42 casos de los 76), no existiendo diferencias significativas entre el número de estas esclerotomías respecto de las incisiones filtrantes sobre las que se aplicó cianoacrilato (los 34 casos restantes) ( $p = 0,256$ ).

### **V.2.1.2 Análisis de la presión a la que filtran las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional practicada.**

Para el análisis estadístico de la presión a la que filtran las esclerotomías en función de la maniobra de cierre escleral practicada (aplicación de tissucol *vs* ausencia de maniobra, cianoacrilato *vs* ausencia de maniobra, tissucol *vs* cianoacrilato), empleamos el test no paramétrico de los rangos de Wilcoxon (o U de Mann-Whitney), ya que la presión estudiada se consideró como ordinal en su tratamiento estadístico. Esto fue debido a que en aquellos ojos en los que se alcanzó la presión máxima aplicada por el sistema (120 mm Hg) sin observar salida de líquido, aumentamos la presión digitalmente hasta lograr la apertura incisional, entendiéndose en todos estos casos como necesaria para la pérdida de la competencia una presión de  $> 120$  mm Hg, de forma que la variable presión implicó sólo orden.

En nuestro estudio, al analizar la muestra de ojos sobre cuyas esclerotomías se aplicó tissucol o ausencia de maniobra alguna, observamos diferencias significativas al comparar la mayor presión a la que drenaron las esclerotomías sometidas a tissucol respecto de aquella a la que lo hicieron las incisiones no sometidas a maniobra alguna ( $p = 0.001$ )

Al evaluar los ojos sobre cuyas esclerotomías se aplicó cianoacrilato o ausencia de maniobra alguna, hallamos diferencias estadísticamente significativas al enfrentar la mayor presión a la que drenaron las esclerotomías sometidas a cianoacrilato respecto de aquella a la que lo hicieron las incisiones no sometidas a maniobra alguna ( $p < 0.001$ ).

Por último, al estudiar los ojos sobre cuyas esclerotomías se aplicó tissucol o cianoacrilato, no encontramos diferencias significativas al comparar presión a la que filtraron las incisiones sometidas a ambas maniobras ( $p = 0,216$ ).

## **V.2.2 Estudio analítico acerca del filtrado de las esclerotomías en función de su uso.**

### **V.2.2.1 Análisis de la proporción de esclerotomías que presentan filtrado en función de su uso.**

Para el análisis estadístico de la proporción de esclerotomías que presentan filtrado en función de su uso, empleamos el test de una proporción (test de la Chi-cuadrado con un grado de libertad). Al considerar la aproximación a la normal, hubo que tener en cuenta su corrección por continuidad, dado que los valores son discretos y no continuos. Consideramos como hipótesis nula que la proporción de incisiones filtrantes empleadas por la entrada del vitrectomo fuera del 50% (se esperan 114 casos de los 228).

En nuestro estudio, la proporción de entradas de la sonda del vitreotomo que drenaron líquido fue del 52,2% (119 casos de los 228), no existiendo diferencias significativas entre el número de esclerotomías destinadas a esta sonda, respecto de las incisiones utilizadas por la iluminación que mostraron esta incompetencia (los 109 casos restantes) ( $P = 0,399$ ).

### **V.2.2.2 Análisis de la presión a la que filtran las esclerotomías en función de su uso.**

Para el análisis estadístico de la presión a la que filtran las esclerotomías en función de su uso, empleamos el test no paramétrico de los rangos de Wilcoxon (o U de Mann-Whitney), ya que la presión estudiada se consideró como ordinal en su tratamiento estadístico.

No hallamos diferencias significativas entre la presión a la que drenaron las esclerotomías utilizadas por la sonda del vitreotomo, y aquella a la que lo hicieron las incisiones empleadas por la sonda de iluminación ( $P = 0,619$ ).

### **V.2.3 Estudio analítico acerca de las esclerotomías que presentan filtrado en los diferentes subgrupos, combinando maniobra de cierre incisional y uso.**

#### **V.2.3.1 Análisis de la proporción de esclerotomías que presentan filtrado en función de la maniobra de cierre incisional practicada y su uso.**

Una vez agrupadas las esclerotomías filtrantes en subgrupos, definidos por la maniobra de cierre escleral practicada (aplicación de tissucol, cianoacrilato o ausencia de maniobra alguna) y su uso (entrada de sonda del vitreotomo o sonda de iluminación), analizamos la influencia de ambos parámetros sobre el filtrado de dichas incisiones.

En primer lugar, comparamos la proporción de esclerotomías de igual uso y diferente maniobra de cierre incisional que mostraron drenaje. En cuanto a la primera muestra de ojos, sobre cuyas esclerotomías se aplicó tissucol o ausencia de maniobra alguna, comparamos la proporción de esclerotomías tissucol-vitreotomo (14/38) *versus* ausencia de maniobra-vitreotomo (25/38), tissucol-iluminación (13/38) *versus* ausencia de maniobra-iluminación (24/38). Al evaluar los datos mediante el test de la Chi cuadrado con corrección por continuidad de Yates, hallamos diferencias significativas entre ambas comparaciones ( $p = 0,022$ ). De esta forma queda de manifiesto que, en ausencia de la influencia que pudiera ejercer el uso al que se destine la esclerotomía (entrada de vitreotomo/sonda de luz), el filtrado de líquido intraocular a través de incisiones sometidas a tissucol se dio en menos ocasiones que a través de esclerotomías no tratadas.

En cuanto a la segunda muestra de ojos, sobre cuyas esclerotomías se aplicó cianoacrilato o ausencia de maniobra alguna, enfrentamos la proporción de incisiones cianoacrilato-vitreotomo (13/38) *versus* ausencia de maniobra-vitreotomo (27/38), cianoacrilato-iluminación (11/38) *versus* ausencia de maniobra-iluminación (25/38). Al analizar los datos, encontramos diferencias significativas en ambas comparaciones (test de la Chi cuadrado con corrección por continuidad de Yates,  $p = 0,003$ ). Por tanto,

en ausencia de la influencia que pudiera ejercer el uso al que se destine la esclerotomía (vitrectomo/luz), el filtrado de líquido intraocular a través de incisiones sometidas a cianoacrilato se dio en menos ocasiones que a través de esclerotomías no tratadas.

Por último, al estudiar los ojos sobre cuyas esclerotomías se aplicó tissucol o cianoacrilato, comparamos la proporción de esclerotomías tissucol-vitreotomo (22/38) *versus* cianoacrilato-vitreotomo (18/38), tissucol-iluminación (20/38) *versus* cianoacrilato-iluminación (16/38). Al estudiar los datos, no encontramos diferencias significativas en ambas comparaciones (test de la Chi cuadrado con corrección por continuidad de Yates,  $p = 0,491$ ). Por ello, en ausencia de la influencia que pudiera ejercer el uso al que se destine la esclerotomía, no se hallaron diferencias significativas entre la tasa de esclerotomías sometidas a tissucol o cianoacrilato que mostraron filtrado de líquido intraocular.

Por otro lado estudiamos el riesgo relativo de estos subgrupos incisionales a mostrar drenaje. Observamos un riesgo de filtrado 1,79 (95%IC: 1,11 – 2,87) y 1,85 (95%IC: 1,12 – 3,05) veces mayor por parte de las esclerotomías “ausencia de maniobra-vitreotomo” y “ausencia de maniobra-iluminación” con respecto de las incisiones “tissucol-vitreotomo” y “tissucol-iluminación” respectivamente. Por su parte, encontramos un riesgo de fuga 2,08 (95%IC: 1,28 – 3,37) y 2,27 (95%IC: 1,31 – 3,93) veces mayor por parte de las esclerotomías “ausencia de maniobra-vitreotomo” y “ausencia de maniobra-iluminación” con respecto de las incisiones “cianoacrilato-vitreotomo” y “cianoacrilato-iluminación” respectivamente. Por último, y aunque sin significación, hallamos un riesgo de filtrado 1,22 (95%IC: 0,79 – 1,88) y 1,25 (95%IC: 0,77 – 2,02) veces mayor por parte de las esclerotomías “tissucol-vitreotomo” y “tissucol-iluminación” con respecto de las incisiones “cianoacrilato-vitreotomo” y “cianoacrilato-iluminación” respectivamente.

A continuación, comparamos la proporción de esclerotomías sometidas a igual maniobra de cierre incisional y destinadas a diferente uso que mostraron drenaje. En cuanto a la primera muestra de ojos, sobre cuyas esclerotomías se aplicó tissucol o

ausencia de maniobra alguna, comparamos la proporción de esclerotomías tissucol-vitreotomo (14/38) *versus* tissucol-luz (13/38), ausencia de maniobra-vitreotomo (25/38) *versus* ausencia de maniobra-iluminación (24/38). Al evaluar los datos mediante el test de la Chi cuadrado con corrección por continuidad de Yates, no hallamos diferencias significativas en ninguno de los cruces ( $p = 1,0$ ). En cuanto a la segunda muestra de ojos, sobre cuyas esclerotomías se aplicó cianoacrilato o ausencia de maniobra alguna, enfrentamos el número de incisiones cianoacrilato-vitreotomo (13/38) *versus* cianoacrilato-luz (11/38), ausencia de maniobra-vitreotomo (27/38) *versus* ausencia de maniobra-iluminación (25/38). Al analizar los datos, no encontramos diferencias significativas en ambas comparaciones (test de la Chi cuadrado con corrección por continuidad de Yates,  $p = 0,805$ ). Por último, al estudiar los ojos sobre cuyas esclerotomías se aplicó tissucol o cianoacrilato, comparamos el número de esclerotomías tissucol-vitreotomo (22/38) *versus* tissucol-luz (20/38), cianoacrilato-vitreotomo (18/38) *versus* cianoacrilato-iluminación (16/38). Al estudiar los datos, no hallamos diferencias significativas en ambas comparaciones (test de la Chi cuadrado con corrección por continuidad de Yates,  $p = 0,818$ ). De esta forma queda de manifiesto que, en ausencia del efecto que pudiera ejercer la técnica de cierre incisional practicada (tissucol, cianoacrilato o ausencia de maniobra alguna), el uso al que fueron sometidas las esclerotomías (entrada de vitreotomo/sonda de luz) no influyó de manera significativa en la capacidad de cierre incisional tras vitrectomía.

Por otro lado estudiamos el riesgo relativo a mostrar drenaje por parte de estos subgrupos incisionales, a sabiendas de que las diferencias entre el número de incisiones filtrantes no son significativas. En la primera muestra de ojos, sobre cuyas esclerotomías se aplicó tissucol o ausencia de maniobra alguna, observamos un riesgo de filtrado 1,08 (95%IC: 0,59 – 1,97) y 1,04 (95%IC: 0,75 – 1,45) veces mayor por parte de las esclerotomías “tissucol-vitreotomo” *versus* “tissucol-iluminación”, así como por parte de las incisiones “ausencia de maniobra-vitreotomo” *versus* “ausencia de maniobra-iluminación”. En cuanto a la segunda muestra de ojos, hallamos un riesgo de fuga 1,18 (95%IC: 0,61 – 2,30) y 1,08 (95%IC: 0,80 – 1,47) veces mayor por parte

de las esclerotomías “cianoacrilato-luz” *versus* “cianoacrilato-vitreotomo”, así como por parte de las incisiones “ausencia de maniobra-iluminación” *versus* “ausencia de maniobra-vitreotomo”. Por último, al estudiar los ojos sobre cuyas esclerotomías se aplicó tissucol o cianoacrilato, encontramos un riesgo de filtrado de 1,10 (95%IC: 0,73 – 1,65) y 1,13 (95%IC: 0,68 – 1,86) al enfrentar las esclerotomías “tissucol-vitreotomo” *versus* “tissucol-luz”, así como las incisiones “cianoacrilato-vitreotomo” *versus* “cianoacrilato-iluminación”.

### **V.2.3.2 Análisis de la presión de infusión a la que filtran las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional practicada y su uso.**

Una vez agrupadas las esclerotomías filtrantes en subgrupos, definidos por la maniobra de cierre escleral practicada (aplicación de tissucol, cianoacrilato o ausencia de maniobra alguna) y su uso (entrada de sonda del vitreotomo o sonda de iluminación), analizamos la influencia de ambos parámetros sobre la presión de infusión a la que filtraron dichas incisiones. Para el análisis empleamos el test no paramétrico de los rangos de Wilcoxon (o U de Mann-Whitney), ya que la presión estudiada se consideró como ordinal en su tratamiento estadístico. Esto fue debido a que en aquellos ojos en los que se alcanzó la presión máxima aplicada por el sistema (120 mm Hg) sin observar salida de líquido, aumentamos la presión digitalmente hasta lograr la apertura incisional, entendiendo en todos estos casos como necesaria para la pérdida de la competencia una presión de >120 mm Hg, de forma que la variable presión implicó sólo orden.

En primer lugar, comparamos la presión a la que filtraron esclerotomías de igual uso y diferente maniobra de cierre incisional. En cuanto a la primera muestra de ojos, sobre cuyas esclerotomías se aplicó tissucol o ausencia de maniobra alguna, comparamos la presión de filtración de esclerotomías tissucol-vitreotomo *versus* ausencia de maniobra-vitreotomo, tissucol-iluminación *versus* ausencia de maniobra-iluminación. Al evaluar los datos mediante el test no paramétrico de los rangos de Wilcoxon (o U de Mann-Whitney), hallamos diferencias significativas entre la mayor presión de filtración mostrada por las incisiones sometidas a tissucol respecto de la encontrada en las entradas no tratadas ( $p = 0,007$  y  $0,03$  respectivamente). De esta forma queda de manifiesto que, en ausencia de la influencia que pudiera ejercer el uso al que se destine la esclerotomía (entrada de vitreotomo/sonda de luz), el filtrado de líquido intraocular a través de incisiones sometidas a tissucol se dio a presiones mayores que la ocurrida a través de esclerotomías no tratadas.

En cuanto a la segunda muestra de ojos, sobre cuyas esclerotomías se aplicó cianoacrilato o ausencia de maniobra alguna, enfrentamos la presión de filtración de

incisiones cianoacrilato-vitreotomo *versus* ausencia de maniobra-vitreotomo, cianoacrilato-iluminación *versus* ausencia de maniobra-iluminación. Al analizar los datos, encontramos diferencias significativas entre la mayor presión de filtración presentada por las esclerotomías sometidas a cianoacrilato respecto de la hallada en las incisiones sobre las que no se practicó maniobra alguna (test de los rangos de Wilcoxon,  $p < 0,001$  y  $0,02$  respectivamente). Así, en ausencia de la influencia que pudiera ejercer el uso al que se destine la esclerotomía (vitrectomo/luz), el filtrado de líquido intraocular a través de incisiones sometidas a cianoacrilato se dio a presiones mayores que la ocurrida a través de esclerotomías no tratadas.

Por último, al estudiar los ojos sobre cuyas esclerotomías se aplicó tissucol o cianoacrilato, comparamos la presión de filtración de las esclerotomías tissucol-vitreotomo *versus* cianoacrilato-vitreotomo, tissucol-iluminación *versus* cianoacrilato-iluminación. Al estudiar los datos, no encontramos diferencias significativas entre la presión de filtración presentada por las esclerotomías sobre las que se practicó tissucol respecto de la hallada en las incisiones sometidas a cianoacrilato (test de los rangos de Wilcoxon,  $p = 0,293$  y  $0,2$  respectivamente). Por ello, en ausencia de la influencia que pudiera ejercer el uso al que se destine la esclerotomía (vitrectomo/luz), no se hallaron diferencias significativas entre la presión de filtración de las esclerotomías incompetentes sometidas a tissucol o cianoacrilato.

A continuación, comparamos la presión de filtración de esclerotomías sometidas a igual maniobra de cierre incisional y destinadas a diferente uso que mostraron drenaje. En cuanto a la primera muestra de ojos, sobre cuyas esclerotomías se aplicó tissucol o ausencia de maniobra alguna, comparamos la presión a la que fugaron esclerotomías tissucol-vitreotomo *versus* tissucol-luz, ausencia de maniobra-vitreotomo *versus* ausencia de maniobra-iluminación. Al evaluar los datos mediante el test de los rangos de Wilcoxon, no hallamos diferencias significativas en ninguno de los cruces ( $p = 0,867$  y  $0,652$  respectivamente). En cuanto a la segunda muestra de ojos, sobre cuyas esclerotomías se aplicó cianoacrilato o ausencia de maniobra alguna, enfrentamos la presión de filtración de las incisiones cianoacrilato-vitreotomo *versus*

cianoacrilato-luz, ausencia de maniobra-vitreotomo *versus* ausencia de maniobra-iluminación. Al analizar los datos, no encontramos diferencias significativas en ambas comparaciones (test de los rangos de Wilcoxon,  $p = 1,0$  y  $0,364$  respectivamente). Por último, al estudiar los ojos sobre cuyas esclerotomías se aplicó tissucol o cianoacrilato, comparamos la presión a la que filtraron las esclerotomías tissucol-vitreotomo *versus* tissucol-luz, cianoacrilato-vitreotomo *versus* cianoacrilato-iluminación. Al estudiar los datos, no hallamos diferencias significativas en ambas comparaciones (test de los rangos de Wilcoxon,  $p = 0,828$  y  $0,528$  respectivamente). De esta forma queda de manifiesto que, en ausencia del efecto que pudiera ejercer la técnica de cierre incisional practicada (tissucol, cianoacrilato o ausencia de maniobra alguna), el uso al que fueron sometidas las esclerotomías (vitrectomo/luz) no influyó de manera significativa en la presión de infusión a la que filtraron líquido intraocular las esclerotomías analizadas.

## V.3 RESULTADOS QUIRÚRGICOS

Una vez retiradas las cánulas esclerales, y antes de practicar las maniobras de cierre incisional a estudiar (tissucol, cianoacrilato o ausencia de maniobra de cierre), ninguna de las esclerotomías mostró signos de incompetencia incisional como pudiera suponer la presencia de ampolla o *bleb* subconjuntival.

La aplicación de tissucol y cianoacrilato sobre la conjuntiva adyacente a la esclerotomía ha resultado sencilla de realizar, no han supuesto un aumento significativo en el tiempo quirúrgico total y no han requerido de material difícil de encontrar en el entorno quirúrgico.

## **VI. DISCUSIÓN**

## VI.1 DISCUSIÓN SOBRE EL MODELO EXPERIMENTAL EMPLEADO

Para la realización de nuestro estudio empleamos un modelo experimental animal ya validado<sup>282</sup>, que simula en lo posible las condiciones encontradas en la práctica habitual de la vitrectomía. Para ello, se emplea material y tecnología idénticos a los utilizados en los procedimientos quirúrgicos reales sobre humanos.

Al planificar el estudio experimental, nos pareció adecuado emplear el sistema de control de presiones de infusión VGFI (vented gas forced infusion) que incorpora el sistema de vitrectomía Accurus (Alcon Laboratories, Inc., Fort Worth, TX) en la fase de comprobación de la estanqueidad de las esclerotomías a diferentes presiones, dado que se trata de un método de control de presiones objetivo y cuantitativo, que permite el posterior análisis estadístico. Otros estudios experimentales han empleado también el sistema de vitrectomía Accurus para variar de forma controlada la presión intraocular.<sup>268,290</sup>

Con el fin de minimizar el efecto que las posibles diferencias individuales entre los ojos utilizados pudieran provocar en el estudio del comportamiento de las incisiones, y dado que en cada uno de los ojos ya se emplean los dos tipos de sondas estudiadas (sonda de vitrectomo e iluminación), decidimos tener presentes también en cada uno de los ojos 2 de las 3 maniobras de cierre escleral estudiadas (aplicación de tissucol, cianoacrilato o ausencia de maniobra de oclusión incisional alguna), ya que cada ojo ofrece dos esclerotomías de estudio: las esclerotomías superiores empleadas por las manos dominante y no dominante.

Dada la dificultad que supone la obtención de un importante número de ojos para experimentación procedentes de humanos fallecidos, a causa de la estricta

legislación existente (RD 1301/2006, del 10/10, artículo 29), realizamos nuestro estudio sobre ojos de cerdo extraídos mediante enucleación modificada, que permitió conservar la conjuntiva intacta en el ojo. La facilidad que supone conseguir un gran número de estos ojos, así como las similitudes que presentan con los ojos humanos, justificaron nuestra elección. En este último sentido, Olsen y colaboradores<sup>284</sup> observaron, en cerdos de la especie *Sus scrofa domesticus* con pesos comprendidos entre 21 y 81 kg, grosores esclerales a nivel de la *pars plana* similares a los registrados en humanos.<sup>285</sup> Por ello, en la población de ojos de cerdo utilizada por nosotros, con pesos comprendidos entre 57 y 81 kg, suponemos un espesor escleral similar al humano. Por su parte, otro estudio comparativo observó cantidades de agua parecidas entre las escleras porcina y humana, además de importante semejanza a nivel microscópico entre ambas, con la única diferencia de un mayor engrosamiento y desorganización de las fibras de colágeno de la muestra animal con respecto de la humana.<sup>286</sup>

Por su parte, el vítreo porcino en su región central se muestra muy similar al humano en viscosidad y elasticidad, así como en concentración de colágeno y ácido hialurónico. No obstante, las regiones anterior y posterior del cuerpo vítreo muestran ciertas diferencias con el humano.<sup>291-295</sup>

Por último, estudios mediante OCT han mostrado grandes similitudes al analizar la conjuntiva porcina y humana; la única diferencia hallada entre ambas ha sido la presencia de áreas de discontinuidad a nivel de la capa epitelial de la conjuntiva de cerdo, probablemente por la naturaleza *ex vivo* de estos ojos.<sup>283</sup>

Con nuestro estudio experimental sobre ojos de cerdo no buscamos obtener resultados cuantitativos extrapolables a los que se podrían conseguir en ojos humanos vitrectomizados, a pesar de las similitudes que presentan ambos ojos.<sup>284-286,291-295</sup> Se trata únicamente de conseguir un modelo animal de características similares al humano

que permita evaluar el efecto que pudieran ejercer la aplicación de pegamentos de origen biológicos o sintéticos, así como el uso al que se sometan las esclerotomías, sobre la resistencia mecánica de las incisiones sin sutura tras vitrectomía microincisional. Dado que la evaluación de la competencia incisional requiere de elevaciones en la presión de infusión hasta cotas muy importantes ( $> 120$  mm Hg), decidimos utilizar un modelo animal que nos permitiera realizar dicha maniobra.<sup>284-286,291-295</sup>

Existen diversos trabajos de investigación que han empleado ojos de animales, y más concretamente de cerdo, como modelos de experimentación. No obstante, hasta la fecha, ninguno había estudiado la capacidad de cierre incisional ante cambios en las presiones intraoculares tras la aplicación de tissucol o cianoacrilato sobre la conjuntiva adyacente a las esclerotomías.<sup>129,282,294-305</sup>

## VI.2 DISCUSIÓN SOBRE LA RESISTENCIA MECÁNICA DE LAS ESCLEROTOMÍAS EN FUNCIÓN DE LA MANIOBRA DE CIERRE INCISIONAL PRACTICADA

### VI.2.1 Análisis de las esclerotomías filtrantes en función de la maniobra de cierre incisional practicada

En nuestro estudio, las esclerotomías sobre las que se aplicó tissucol filtraron líquido en una proporción de veces significativamente menor que en aquellas sobre las que no se practicó ninguna maniobra de cierre. Por su parte, las incisiones sobre las que se aplicó cianoacrilato se mostraron incompetentes en una proporción de veces significativamente menor que en aquellas sobre las que no se practicó ninguna maniobra de cierre. Por último, no se hallaron diferencias significativas al comparar la proporción de entradas filtrantes tratadas con tissucol o cianoacrilato. Por ello, de nuestra experiencia se extrae que la aplicación de tissucol y cianoacrilato sobre la conjuntiva adyacente a la entrada incisional en ojos vitrectomizados pudiera aumentar de forma significativa la capacidad de cierre escleral al compararla con la ausencia de maniobra de cierre alguna.

Desde la aparición de la vitrectomía transconjuntival 23 y 25 gauges,<sup>51,53</sup> se han propuesto diferentes alternativas al uso de la sutura convencional a la hora de afrontar esclerotomías filtrantes sin capacidad de autosellado (observadas entre el 0% y el 38% de las esclerotomías según autores),<sup>100,127,149,150-156</sup> con el fin de evitar los inconvenientes que los puntos suponen, como son un mayor tiempo quirúrgico, sensación de cuerpo extraño, inflamación local y astigmatismo corneal.<sup>106,113</sup>

Lee y colaboradores<sup>161</sup> describieron la práctica de puntos en lazo, que permitían su retirada de forma sencilla en la lámpara de hendidura el día siguiente a la cirugía;

esta práctica permitía el cierre incisional durante las primeras horas del postoperatorio, cuando mayor riesgo de complicaciones asociadas a incompetencia incisional existen (riesgo de hipotonía postoperatoria y endoftalmitis),<sup>123,125,126</sup> limitando los inconvenientes asociados a la presencia del punto<sup>106,113</sup> al primer día tras la vitrectomía.

Otros autores propusieron la cauterización mediante diatermia bipolar sobre la conjuntiva adyacente a las esclerotomías incompetentes. Así, mediante la aplicación de calor directo, se fibrosa el tejido conjuntivo-escleral presente sobre la esclerotomía (a causa de la coagulación de las proteínas tisulares)<sup>304</sup> consiguiendo su oclusión; estudios anatomopatológicos han revelado la fusión del tejido conjuntivo-escleral a nivel de la porción externa de las esclerotomías tratadas, sellando dicho orificio.<sup>279</sup> Boscia<sup>169</sup> fue el primero en aplicar diatermia sobre incisiones filtrantes una vez retiradas las cánulas esclerales; obtuvieron buenos resultados: cierre de todas las entradas filtrantes tratadas en 32 ojos, ausencia de inflamación o molestias oculares y, al tercer mes postquirúrgico, movilidad libre de la conjuntiva tratada. Dados los resultados obtenidos, el autor propuso aplicar diatermia sobre las incisiones incompetentes, así como de manera profiláctica sobre todas las incisiones (a pesar de no ser filtrantes). En ciertos casos: ojos con esclera fina (miopía magna, escleromalacia), ojos reoperados de vitrectomía, ojos sometidos a intensa vitrectomía periférica donde la falta de vítreo peri-incisional pudiera no taponar la cara interna de las esclerotomías<sup>129</sup>, u ojos con BSS o aceite de silicona como taponador en lugar de aire o gas, dado el mayor riesgo de incompetencia incisional postoperatoria secundaria al uso de estos elementos intraoculares. En 2013, Reibaldi y colaboradores<sup>148</sup>, tras aplicar diatermia bipolar sobre esclerotomías filtrantes lograron el cierre del 97% de ellas; no hallaron diferencias significativas además entre la PIO hallada en estos ojos tratados con diatermia a las 24 horas y 72 horas post-vitrectomía respecto de la registrada en estos mismos ojos antes de la cirugía. Por su parte, la tasa de hipotonía,

definida como PIO < 5 mm Hg, fue del 4,5% de los ojos a las 6 horas, el 1,5% a las 24 horas y el 0% a las 72 horas; esta proporción se aproximó a la observada en series de ojos vitrectomizados cuyas esclerotomías filtrantes fueron suturadas.<sup>100,127,150-154,156,305-317</sup> Al analizar los ojos en subgrupos, reconocieron el uso de aceite de silicona y la edad  $\leq 5$  años como factores predisponentes a una menor PIO postoperatoria e incluso al estatus hipotónico.

Otra maniobra alternativa se basa en la aplicación de adhesivos tisulares sobre la conjuntiva adyacente a las esclerotomías. Estos pegamentos pueden ser biológicos (derivados de la fibrina, como el tissucol)<sup>171,176, 312,313</sup> o sintéticos (cianoacrilato y derivados del polietilenglicol).<sup>146,147,257</sup> En cuanto al uso de tissucol sobre esclerotomías filtrantes, Batman y colaboradores<sup>144</sup> emplearon esta sustancia en el tratamiento de 13 esclerotomías incompetentes, observando la ausencia de fuga tras el empleo del pegamento. Otros estudios analizaron, mediante la elaboración de encuestas, la sensación de dolor y de molestias presentadas por pacientes vitrectomizados cuyas esclerotomías fueron tratadas con tissucol respecto de pacientes cuyas incisiones fueron cerradas mediante puntos sutura; en todos los trabajos, los pacientes tratados con tissucol refirieron menos molestias que aquellos sobre los que se aplicó sutura.<sup>145,158,159,160</sup> Por otra parte, el uso de cianoacrilato sobre esclerotomías filtrantes ha sido descrito por un único estudio<sup>257</sup>, que empleó con éxito dicho pegamento en un solo caso.

Nuestros resultados demostraron la eficacia de ambos tipos de pegamento en el cierre de las esclerotomías. En nuestro estudio incluimos todas las esclerotomías superiores (no solo las filtrantes), dado que todas las incisiones (filtrantes y no filtrantes inmediatamente después de la extracción de cánulas) podrían perder la competencia incisional en los primeros días tras la cirugía. Nuestro modelo animal simuló las variaciones de presión a las que los ojos pudieran estar sujetos en los

primeros días tras la vitrectomía microincisional, antes de completarse la cicatrización incisional (no existieron mecanismos reparativos en nuestro modelo cadavérico). Este periodo pre-cicatrización se ha definido entre el 2º y el 5º día post-vitrectomía en modelos experimentales.<sup>287,288</sup> En humanos, la cronología de la cicatrización tras la vitrectomía se ha analizado mediante métodos de imagen indirecta; estudios dirigidos por Rizzo<sup>314</sup> y López-Guajardo<sup>315</sup> establecieron el término de la cicatrización de la esclerotomía oblicua entre el 7º y el 15º día tras la cirugía. El hecho de que nuestro estudio sea aplicable solo durante los primeros días tras la cirugía no resta importancia a nuestros resultados, dado que el riesgo de desarrollar endoftalmitis es mayor en estos primeros días.<sup>125,126</sup> De esta manera, la entrada de bacterias al interior del ojo puede ocurrir durante la cirugía o en el postoperatorio temprano, cuando el cierre de las incisiones depende únicamente de factores mecánicos. Por tanto, la capacidad de cierre de las esclerotomías en el postoperatorio inmediato tras una vitrectomía, es de gran importancia a la hora de mantener el ojo libre de infecciones intraoculares. A pesar de las similitudes morfológicas y fisiológicas existentes entre la conjuntiva y la esclera porcina y humana<sup>283-288</sup>, el valor absoluto de la PIO a la que las esclerotomías filtraron no debiera tenerse muy en cuenta. El principal hallazgo de nuestro estudio es la mayor resistencia de cierre observada en las esclerotomías sobre las que aplicamos pegamento respecto de aquellas no tratadas.

El uso de este modelo experimental nos permitió simular situaciones cotidianas a las que un ojo se podría enfrentar durante el postoperatorio y que podrían comprometer el cierre incisional postoperatorio, ya que analizamos la resistencia mecánica de las esclerotomías a presiones que varían desde los 5 mm Hg hasta más allá de los 120 mm Hg. Un parpadeo puede provocar elevaciones en la PIO de más de 10 mm Hg, mientras que frotarse el ojo se puede traducir en un aumento de más de 90 mm Hg en la presión intraocular.<sup>280,281</sup>

El uso de pegamento sobre las esclerotomías pudiera no solo reemplazar el uso de la sutura ante incisiones filtrantes, evitando las complicaciones asociadas al uso de puntos,<sup>106,113</sup> sino también disminuir la incidencia de endoftalmitis o de hipotonía ocular si se aplicara sobre esclerotomías no filtrantes, con el fin de prevenir una posible pérdida de competencia incisional postoperatoria.<sup>123,125,126</sup> Además con tissucol se ha visto una menor incidencia de infección de las heridas quirúrgicas comparado con el uso de suturas, y el cianoacrilato ha demostrado capacidad bacteriostática contra organismos Gram positivos, que son los gérmenes responsables de un gran número de endoftalmitis.<sup>82,133,134,226,243</sup>

Dado el similar efecto de cierre obtenido mediante tissucol y cianoacrilato, podría ser recomendable el uso del primero, ya que el tissucol presenta mayor biotolerancia que el pegamento sintético, asociando por tanto menores molestias postoperatorias;<sup>316</sup> no obstante, esta cuestión pudiera ser objeto de debate, dados las ventajas y desventajas que ambos adhesivos asocian. Sí parece probado que los adhesivos sintéticos se asocian a una mayor reacción inflamatoria, sensación de cuerpo extraño, neovascularización conjuntival y necrosis tisular.<sup>146,147,257</sup> Por otra parte, entre las desventajas del uso de tissucol, que procede de plasma humano, destaca, además de un mayor coste, un riesgo potencial de transmisión de infecciones del donante al receptor, así como de reacción anafiláctica. Cabe destacar que, sobre el plasma del que procede el tissucol, se analiza la presencia de VIH, VHB y VHC mediante pruebas serológicas; además, dicho plasma se somete a un ciclo de inactivado de virus.<sup>171,175-177,312,313</sup>

Nuestro modelo animal podría emplearse en futuros estudios con el objetivo de analizar la influencia que otros factores pudieran ejercer sobre la resistencia de la competencia incisional, como podrían ser la longitud y el ángulo de los túneles esclerales. En cuanto al cierre logrado por pegamentos tisulares, sería interesante

analizar la influencia que diferentes parámetros pudieran ejercer sobre dicho efecto oclusivo, como pudiera suponer la presencia de hemorragia o edema subconjuntival una vez finalizada la vitrectomía, así como el calibre de las esclerotomías practicadas. Por otro lado, sería interesante evaluar los efectos oclusivos conseguidos por adhesivos sintéticos y biológicos al aplicarlos sobre esclerotomías 20 gauges así como sobre las incisiones obtenidas tras inyecciones intravítreas, aunque en este último caso, debido al estrecho calibre de las agujas, las entradas suelen mostrarse autosellables. Existen casos, como en los pacientes diabéticos tratados con terapia intravítrea por edema macular diabético, en los que la cicatrización tisular (conjuntivo-escleral) está retrasada,<sup>317</sup> y la perfusión ocular puede encontrarse alterada;<sup>318</sup> lo cual pudiera aumentar el riesgo de complicaciones secundarias a la incompetencia del cierre de las incisiones.

## **VI.2.2 Análisis de la presión a la que filtran las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional practicada**

En nuestro estudio, las esclerotomías sobre las que se aplicó tissucol filtraron líquido a presiones significativamente mayores que en aquellas sobre las que no se practicó ninguna maniobra de cierre. Por su parte, las incisiones sobre las que se aplicó cianoacrilato se mostraron incompetentes a presiones significativamente mayores que en aquellas sobre las que no se practicó ninguna maniobra de cierre. Por último, no se hallaron diferencias significativas al comparar las presiones a las que fugaron las entradas filtrantes tratadas con tissucol o cianoacrilato. Por ello, de nuestra experiencia se extrae que la aplicación de tissucol y cianoacrilato sobre la conjuntiva adyacente a la entrada incisional en ojos vitrectomizados pudiera aumentar de forma significativa la capacidad de cierre escleral al compararla con la ausencia de maniobra de cierre alguna.

En la bibliografía, diversos trabajos han analizado la respuesta de las esclerotomías tras vitrectomía ante cambios controlados en la PIO, con el fin de simular situaciones cotidianas en las que pudiera aumentar la PIO.<sup>280,281</sup> Taban<sup>319</sup> y Gupta<sup>268</sup> analizaron la influencia que el calibre incisional (23 vs 25 gauge) ejerce sobre el cierre de las esclerotomías en ojos de conejo o de cadáveres humanos respectivamente. Nuestro equipo de trabajo analizó previamente esta misma cuestión;<sup>282</sup> sin embargo, ningún estudio hasta la fecha hubo analizado la capacidad de cierre de las incisiones en función de la maniobra de cierre practicada (aplicación tissucol, cianoacrilato o ausencia de técnica complementaria alguna).

En el apartado anterior recogimos dos trabajos<sup>144,257</sup> que analizaron el efecto oclusivo que la aplicación de tissucol y cianoacrilato ejerce sobre las esclerotomías filtrantes sin sutura. Batman y colaboradores<sup>144</sup> emplearon esta sustancia en el tratamiento de 13 esclerotomías incompetentes, observando la ausencia de fuga tras el

empleo del pegamento; por su parte, Wichiensin describió el uso de cianoacrilato sobre una única esclerotomía filtrante. En ambos estudios, las esclerotomías sobre las que se aplicaron ambos pegamentos mostraron su cierre en todos los casos (13 casos tratados con tissucol, 1 caso tratado con cianoacrilato). Sin embargo, ninguno de los citados estudios analizó el efecto de esta maniobra ante variaciones en la presión intraocular que simularan situaciones cotidianas.

Nosotros, con el fin de analizar de manera profunda la influencia de la aplicación de tissucol y de cianoacrilato sobre el comportamiento oclusivo de las esclerotomías, estudiamos su efecto ante variaciones en la presión intraocular. Los resultados concluyeron que la aplicación de ambos adhesivos aumenta de manera significativa la resistencia mecánica de las esclerotomías con respecto de la ausencia de maniobra complementaria alguna, por tanto su uso podría estar justificado al término de la vitrectomía.

En nuestra opinión, los valores absolutos de presión intraocular registrados como necesarios para que suceda el drenaje incisional no deben tenerse muy en consideración, dado que, aunque los ojos pertenecientes a la especie *Sus scrofa domesticus* presentan grandes similitudes con el ojo humano, nuestra experiencia clínica en pacientes nos hacen entender como muy altas estas presiones registradas.

283-288, 291-295

No obstante, lo que sí podemos afirmar a la vista de nuestros resultados es que, de forma comparativa, la resistencia mecánica a la apertura ofrecida por las incisiones oblicuas sobre las que se aplica tissucol o cianoacrilato, es mayor que la mostrada por las esclerotomías oblicuas no sometidas a ninguna maniobra de cierre complementaria. Por otra parte, no hallamos diferencias significativas al comparar la competencia de cierre alcanzada por las esclerotomías sobre las que se aplicó tissucol respecto de la lograda por las incisiones tratadas con cianoacrilato.

Estudio experimental de la resistencia mecánica de las esclerotomías sin suturas tras vitrectomía microincisional.  
Efecto de la aplicación de pegamento tisular biológico y sintético sobre la capacidad de cierre incisional.

Discusión

---

Por ello, el cirujano debería asumir una menor necesidad de sutura al aplicar tissucol o cianoacrilato sobre la conjuntiva adyacente a las esclerotomías, así como un menor riesgo de complicaciones postoperatorias asociadas a la pérdida de competencia incisional (hipotonía ocular y endoftalmitis).<sup>123,125,126</sup>

## VI.3 DISCUSIÓN SOBRE LA RESISTENCIA MECÁNICA DE LAS ESCLEROTOMÍAS EN FUNCIÓN DE SU USO

### VI.3.1 Análisis de las esclerotomías filtrantes en función de su uso

Al analizar los datos recogidos, no hallamos diferencias estadísticamente significativas entre la proporción de esclerotomías filtrantes utilizadas por la sonda del vitreotomo y la proporción de esclerotomías empleadas por la sonda de iluminación que drenaron líquido intraocular. Por tanto, el paso de la sonda del vitreotomo o de la luz, así como las diferentes maniobras que implica el manejo de cada una, no influyen de forma diferente en la capacidad de cierre incisional.

Durante la práctica de vitrectomía, la sonda del vitreotomo (manejada por la mano dominante) realiza de forma habitual movimientos más extremos que la sonda de iluminación (manejada por la mano no dominante) con el propósito de alcanzar áreas de la cavidad vítrea más periféricas. La mayor manipulación a la que son sometidas las esclerotomías destinadas al paso del vitreotomo, que pudiera asociar un mayor diámetro incisional postoperatorio, ha justificado la realización de diversos trabajos con el objetivo de analizar la influencia que el diferente uso de las esclerotomías superiores ejerce sobre diferentes aspectos de las incisiones empleadas en la vitrectomía, como suponen la capacidad de cierre incisional<sup>320</sup> y la presencia de incarceration vítrea.<sup>301</sup> En cuanto al efecto que el uso de las esclerotomías ejerce sobre la estanqueidad incisional tras vitrectomía, existen importantes discrepancias entre los diferentes autores que han analizado este hecho. Bhende<sup>320</sup> evaluó el cierre de las diferentes esclerotomías mediante biomicroscopía ultrasónica en un grupo de ojos vitrectomizados 2 meses antes, sin encontrar diferencias significativas entre ellas en función del uso al que hubieran sido destinadas; sin embargo, dado que evaluó las incisiones 2 meses después de la cirugía, estuvieron implicados en su cierre procesos

de reparación tisular fisiológicos, mientras que en nuestro estudio, la oclusión de las incisiones esclerales dependió únicamente de factores mecánicos. Más tarde otro artículo,<sup>315</sup> al observar mayor incidencia en la aparición de ampollas conjuntivales a nivel de las esclerotomías superiores tras vitrectomía, sugirió que estas podían estar sometidas a mayor agresión que las incisiones inferiores, empleadas por la infusión, y que a su vez, este daño podría traducirse en la pérdida de capacidad del cierre escleral; no obstante, al contabilizar las esclerotomías en las que apareció *bleb* conjuntival, no diferenció cuántas se trataban de incisiones oblicuas o directas, ni en qué porcentaje fueron utilizadas por la mano dominante o la mano no dominante. Otro estudio liderado por Lakhanpal,<sup>114</sup> después de analizar de forma retrospectiva una muestra de 140 ojos vitrectomizados a través de incisiones directas, contabilizó 10 esclerotomías empleadas por la sonda del vitreotomo que requirieron sutura por aparición de ampolla conjuntival tras la cirugía; todas ellas se registraron exclusivamente en cirugías de desprendimiento de retina traccional y regmatógeno, que requirieron mucho tiempo quirúrgico e importante manipulación instrumental por parte del cirujano, concluyendo que la mayor manipulación de las esclerotomías por parte de la mano dominante podría influir de forma significativa en la capacidad de cierre incisional tras la cirugía. Sin embargo, a diferencia de nosotros, Lakhanpal practicó incisiones directas en todos los casos, de forma que la diferente arquitectura incisional presente en ambos estudios (directa –Lakhanpal– y oblicua –nuestro–), asociada a tasas de competencia incisional tras vitrectomía tan dispares,<sup>53-55,315,321</sup> podría justificar los diferentes resultados obtenidos por ambos. Más adelante, López-Guajardo evaluó este mismo aspecto sin hallar diferencias en la oclusión incisional en función del uso de las esclerotomías.<sup>303</sup> Las controversias existentes en torno a la cuestión antes planteada (efecto del uso al que se someten las esclerotomías sobre su capacidad de cierre) justifican nuestro trabajo, que cuenta con un amplio tamaño muestral;<sup>114,303,315,320</sup> además, nuestro modelo experimental permite analizar la capacidad oclusiva incisional de una manera dinámica, aplicando variaciones en la presión intraocular.

Por su parte, otro de los objetivos de dividir el tamaño muestral en función del uso al que se destinaran las esclerotomías fue el de evitar que el efecto que el diferente uso incisional pudiera provocar no nos permitiera evaluar de manera adecuada la influencia que la maniobra de cierre incisional pudiera ejercer sobre la resistencia de cierre de las esclerotomías.

En nuestro estudio, no hallamos diferencias significativas en la proporción de esclerotomías que drenaron líquido intraocular en función de su uso ante aumentos de la presión de infusión. No obstante, a pesar de realizar en todos los casos vitrectomías regladas completas, primero centrales y luego periféricas, no practicamos otras maniobras agresivas complementarias, como la retirada de componentes traccionales. Nuestro modelo permite evaluar de forma adecuada la competencia incisional de las esclerotomías superiores, dado que la infusión se encuentra activa infundiéndose BSS una vez extraídas sus cánulas; sin embargo, la evaluación del cierre de las esclerotomías inferiores no sería posible, ya que esta se hace una vez retirada la línea de infusión y, por tanto, sin entrada activa de solución salina. Esto supone una limitación de nuestro modelo animal a la hora de evaluar las esclerotomías inferiores.

Con anterioridad, se han realizado varios estudios observacionales<sup>120,150</sup> acerca de la incidencia de necesidad de sutura en las diferentes esclerotomías oblicuas, sobre muestras de ojos vitrectomizados por múltiples indicaciones, que requirieron gran variedad de tiempos quirúrgicos y de manipulación escleral. Ninguno de ellos observó diferencias significativas en las tasas de sutura registradas en las diferentes esclerotomías según el uso al que estuvieran dedicadas (paso de vía de infusión, de sonda de iluminación o de sonda de mano dominante). Estos resultados son acordes con los obtenidos por nuestro estudio y, dado que en todos ellos las esclerotomías estudiadas también fueron oblicuas, apoyan la idea de que la construcción incisional pudiera ser más determinante que el estrés mecánico escleral sufrido por la mayor manipulación instrumental, a la hora de obtener esclerotomías competentes.

Estudio experimental de la resistencia mecánica de las esclerotomías sin suturas tras vitrectomía microincisional.  
Efecto de la aplicación de pegamento tisular biológico y sintético sobre la capacidad de cierre incisional.

Discusión

---

De todo esto podríamos concluir que, dada la ausencia de diferencias en la capacidad de cierre incisional por parte de las esclerotomías en función de su uso, no parece necesario tomar ningún cuidado especial durante la cirugía o tras esta con ninguna de las esclerotomías en función de su uso.

### **VI.3.2 Análisis de la presión a la que filtran las esclerotomías en función de su uso.**

En nuestro estudio, la presión a la que drenaron líquido las incisiones utilizadas por la sonda del vitreotomo no difirió de forma significativa de la presión a la que lo hicieron las esclerotomías oblicuas utilizadas por la sonda de iluminación. Así, la resistencia mecánica a la apertura escleral ofrecida por las esclerotomías anguladas no varía de forma significativa en función de que hayan sido usadas por la mano dominante o la mano no dominante. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por nuestro estudio en el apartado anterior, cuando tampoco hallamos diferencias significativas al analizar la proporción de esclerotomías utilizadas por la mano dominante y la mano no dominante que mostraron incompetencia en primer lugar.

## VI.4 DISCUSIÓN SOBRE LA RESISTENCIA MECÁNICA DE LAS ESCLEROTOMÍAS EN FUNCIÓN DE LA MANIOBRA DE CIERRE INCISIONAL PRACTICADA Y SU USO

### **VI.4.1 Análisis de las esclerotomías filtrantes en función de la maniobra de cierre incisional practicada y su uso.**

Una vez evaluada la influencia que suponen la maniobra practicada una vez retirada la cánula escleral y el uso de la esclerotomía sobre la resistencia mecánica a la apertura de estas, decidimos analizar la influencia que presenta la combinación de ambos parámetros sobre el cierre de las incisiones, dado que en la práctica clínica, ambos factores se hayan siempre presentes.

En nuestro estudio, hallamos diferencias significativas entre la menor proporción de incisiones tratadas con tissucol que mostraron filtrado en ambos usos por separado (vitrectotomo por un lado y luz por otro), con respecto de la mayor proporción de esclerotomías filtrantes sobre las que no practicamos maniobra complementaria alguna en ambos usos por separado (vitrectotomo por un lado y luz por otro). Al analizar la segunda muestra de ojos, hallamos diferencias significativas entre la menor proporción de esclerotomías tratadas con cianoacrilato que mostraron fuga de ambos usos por separado (vitrectotomo o luz), con respecto de la mayor proporción de incisiones filtrantes sobre las que no se practicó maniobra alguna. Por último, al estudiar la tercera muestra de ojos, no encontramos diferencias estadísticas al comparar la proporción de esclerotomías tratadas con tissucol o cianoacrilato que mostraron fuga en ambos usos por separado (paso de la sonda del vitrectotomo o de la luz).

Por otro lado, no hallamos diferencias significativas entre la proporción de esclerotomías filtrantes sometidas a la misma maniobra de cierre incisional (tissucol, cianoacrilato o ninguna maniobra) y al paso de diferentes instrumentación (vitrectomo o iluminación).

Estos resultados concuerdan, como era de esperar, con los obtenidos en apartados anteriores, en los que únicamente la maniobra de cierre incisional influyó de forma significativa sobre la capacidad de cierre escleral, y no así el uso al que se destinara la entrada.

A su vez observamos un riesgo relativo de filtrado 1,79 y 1,85 veces mayor por parte de las esclerotomías “ausencia de maniobra-vitrectomo” y “ausencia de maniobra-iluminación” con respecto de las incisiones “tissucol-vitrectomo” y “tissucol-iluminación” respectivamente. Por su parte, al estudiar la segunda muestra de ojos, encontramos un riesgo relativo de fuga 2,08 y 2,27 veces mayor por parte de las esclerotomías “ausencia de maniobra-vitrectomo” y “ausencia de maniobra-iluminación” con respecto de las incisiones “cianoacrilato-sonda del vitrectomo” y “cianoacrilato-iluminación” respectivamente. Por último, y aunque sin significación, hallamos, al analizar la tercera muestra de ojos, un riesgo relativo de filtrado 1,22 y 1,25 veces mayor por parte de las esclerotomías sobre las que se aplicó “tissucol-sonda del vitrectomo” y “tissucol-sonda de iluminación” con respecto de las incisiones “cianoacrilato-sonda del vitrectomo” y “cianoacrilato-sonda de iluminación” respectivamente.

Hasta ahora, y como hemos comentado en la presente discusión, ningún estudio había analizado las capacidades de cierre de esclerotomías sometidas al adhesivo biológico tissucol, al adhesivo sintético cianoacrilato o a ningún procedimiento complementario alguno.

A la hora de planificar nuestro trabajo, decidimos evaluar el cierre de las esclerotomías combinando la técnica empleada para la oclusión escleral con el uso al que la esclerotomía fuera destinada durante la vitrectomía, con el fin de identificar la influencia que ejercen ambos parámetros por separado sobre la resistencia mecánica de cierre incisional.

#### **VI.4.2 Análisis de la presión a la que filtran las esclerotomías en función de la maniobra de cierre incisional practicada y su uso.**

En nuestro estudio, la presión a la que drenaron líquido intraocular las incisiones sobre las que no se aplicó maniobra complementaria alguna en ambos usos por separado (vitrectomo por un lado y luz por otro) fue significativamente menor que aquella a la que lo hicieron las esclerotomías tratadas con tissucol o cianoacrilato en ambos usos por separado (vitrectomo o luz). Por su parte, no hayamos diferencias significativas al comparar la presión a la que filtraron líquido las esclerotomías sobre las que aplicamos tissucol vs cianoacrilato en ambos usos por separado (mano dominante o mano no dominante). Por otro lado, no hallamos diferencias significativas entre la presión a la que filtraron líquido intraocular las incisiones sometidas a una misma maniobra de cierre incisional complementaria y al paso de diferente instrumentación. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en apartados anteriores, en los que únicamente la maniobra de cierre incisional influyó de forma significativa sobre la capacidad de cierre escleral.

Hasta la fecha, ningún estudio había analizado la presión de filtración de las esclerotomías tras vitrectomía ante cambios en la presión intraocular en función de la técnica de cierre incisional complementaria aplicada (tissucol, cianoacrilato y ausencia de maniobra complementaria) y del uso al que esta se hubiera destinado.

## **VII. CONCLUSIONES**

## VII.1 CONCLUSIONES

Una vez expuesto el trabajo experimental motivo de esta tesis doctoral, podemos destacar a modo de resumen, las siguientes conclusiones:

1. En nuestro modelo animal, la resistencia mecánica a la apertura de las esclerotomías sobre las que se aplica tissucol es mayor que la mostrada por aquellas sometidas a ninguna de las maniobras de cierre. De esta forma, el riesgo de presentar incompetencia por parte de las esclerotomías tratadas con tissucol ante variaciones en la presión intraocular es aproximadamente 1,8 veces menor que el mostrado por las incisiones sobre cuyos bordes no se practica maniobra alguna.
2. En nuestro modelo animal, la resistencia mecánica a la apertura de las esclerotomías sobre las que se aplica cianoacrilato es mayor que la mostrada por aquellas no sometidas a maniobra alguna. De esta forma, el riesgo de presentar incompetencia por parte de las esclerotomías tratadas con cianoacrilato ante variaciones en la presión intraocular es aproximadamente 2,1 veces menor que el mostrado por las incisiones no tratadas.
3. En nuestro modelo animal, la resistencia mecánica a la apertura de las esclerotomías sobre las que se aplica tissucol no ofrece diferencias significativas con respecto de la ofrecida por aquellas esclerotomías sobre las que se aplica cianoacrilato.

## **VIII. BIBLIOGRAFÍA**

## VIII.1 BIBLIOGRAFÍA

1. Fort J. Compendio de anatomía descriptiva. 7º ed. Barcelona: Gustavo Gili, S.A.; 1925. Capítulo 15 Aparato de la visión; p. 521-538.
2. Reh T, Moshiri A. Desarrollo de la retina. En: Ryan S, Hinton D, Schachat A, editores. Ryan Retina. 4th ed. Madrid; Marban; 2009. p. 3-19.
3. Idrees F, Vaideanu D, Fraser S, et al. A Review of Anterior Segment Dysgeneses. Surv Ophthalmol. 2006 May-Jun; 51(3):213-31. Table 1, Embryonic derivatives that contribute to anterior segment formation
4. Kanski J, Oftalmología clínica. 6º ed. Barcelona. Elsevier España, S.L. 2009 Capítulo 8, Conjuntiva; p. 213-243.
5. Mitchell, Richard N. Eye, Orbit. Pocket companion to Robbins and cotran pathologic basis of disease. 8ª Ed. Philadelphia: Elsevier.
6. Tenon JR, Naus J, blanken R. Anatomical observations on some parts of the eye and eyelids. 1805. Strabismus; 11 (1): 63-8
7. Kanski J, Oftalmología clínica. 6th ed. Barcelona. Elsevier España, S.L. 2009 Capítulo 11, Epiesclera y esclerótica; p. 318-329
8. Folberg R. El Ojo. En Kumar V, Abbas A, Nelson F. Editores. Robbins y Cotran. Patología estructural y funcional. 7º ed. Madrid. Elsevier España S.A. 2007 p 1425-1450.
9. Guyer D, Schachat A, Green W. Coroides: aspectos estructurales. En: Ryan S, Hinton D, Schachat A, editores. Ryan Retina. 4th ed. Madrid; Marban; 2009. p. 31-40.
10. Massey S. Anatomía funcional de la retina de los mamíferos. En: Ryan S, Hinton D, Schachat A, editores. Ryan Retina. 4th ed. Madrid; Marban; 2009. p. 41-77.
11. Cibis GW. Fundamentos y principios de oftalmología. 1ª ed. Barcelona: Elsevier; 2007
12. Thumann G, Hoffmann S, Hinton D. Biología celular del epitelio pigmentario de la retina. En: Ryan S, Hinton D, Schachat A, editores. Ryan Retina. 4th ed. Madrid; Marban; 2009. p. 125-135.
13. Ruiz Moreno JM, Arias Barquet L. Manual de retina SERV. Barcelona. Elsevier. 2013.
14. Maitre-Jan A. Traité des maladies de l'oeil et des remèdes propres pour leur guérison Enrichi de plusieurs expériences de physique. Paris: Ve de Heury; 1740. p. 241.

15. Ware, J. *Chirurgical observations relatives to the eye*. Ed. 2, vol.2. London: J. Mawman. 1805. p. 168.
16. Wardrop, J. *Essays on the morbid anatomy of the human eye*, 2ed. Edinburgh: George Ramsey and Co, 1820.
17. Grizou P. *Du drainage de l'oeil*. Thèse de Paris, 1877.
18. Ribarde J. *Thèse de Paris*. 413: 41, 1876
19. Deutschmann R. *Weitere Mitteilungen über mein Heivelfahren bei Netzhautablösung, gleichseitich ein Bericht über 101 nach dieser method con mir operierte, an Netzhautablösung erkrankte Augen*. Beitr zur Augenheilkd 1899; 40: 1.
20. Coccius, A: *Ueber die A Anwendung des Augen-Spiegels nebst Angabe eines neuen Instruments*. Leipzig: Immanuel Müller, 1853, p.131.
21. Von Graefe, A. *Notiz über die im Gaskörper vorkommenden Opacitäten*. Arch f Ophthalmol 1854; 1: 351
22. Von Graefe, A. *Mittheilungen vermischten Inhalts*. Arch f Ophthalmol 1857; 2: 187
23. Von Graefe A. *Therapeutische Miscellen*. Graefes Arch Ophthalmol 1863; 9: 42-152.
24. Von Graefe A. *Ueber operative Eingriffe in die tieferen Gebilde des Auges. B. Perforation von abgeloesten Netzhaeuten und Glaskoerpermembranen*. Arch Ophthalmol 1863; 9: 85-104.
25. Ford V. *Proposed surgical treatment of opaque vitreous*. Lancet 1890; i: 462-463.
26. Galezowsky X. *Du décollement de la rétine et de son traitement*. Recueil d'Ophthalmologie 1890, p. 1.
27. Müller L. *Eine neue operative Behandlung der Netzhautableblung*. Klin. Monatsbl Augenheilkd 1903; 41: 459.
28. Von Blaskovics L. *Erfahrungen über die Müllersche Lederhautresektion gegen Netzhautablösung*. Z Augenheilkd 1912; 27: 88.
29. Elschmig A. *Über die operative Behandlung der Netzhautablösung*. Arch f Augenheilkd 1914; 77: 6.
30. Torok E. *Results obtained with Müller resection of the sclera in detachment of the retina due to high myopia*. Arch Ophthalmol 1920; 49: 506.
31. Stellwag C. *Lehrbuch der praktischen Augenheilkunde*. Wien: Wilhelm Braumüller, 1861.
32. Samelsohn J. *Ueber mechanische Behandlung der Netzhautablosund*. Zentrabl. FD ned Wissensch. 1875; 49: 833.

33. Gonin J. The evolution of ideas concerning retinal detachment within the last five years. *Br J Ophthalmol*. 1933; 17: 720-729.
34. Hernández Da Mota SE. Historia de la cirugía del desprendimiento de retina hasta Gonin. *Rev Mex Oftalmol*. 2008; 82(5): 331-334.
35. Vail DT. An inquiry into results of the established treatment of detachment of the retina and a new theory. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 1912; 17: 29.
36. Grom E. Sinopsis histórica de la cirugía oftálmica. *Bol. INDIO (Ven)*:1973; 1: 221-228.
37. Schepens Ch.L. Scleral buckling with circling element. *Trans Amer Acad Ophthal Otol*. 1964; 68: 959-979.
38. Lincoff HA, McLean JM. Mechanism of the cryosurgical adhesion. *Amer J Ophthal*. 1969; 63: 477-493.
39. Landegger GP. Clinical experiences with vitreous replacement. *Am J Ophthalmol* 1950; 33: 915-921.
40. Dodo T. Window-making procedure for post-hemorrhage vitreous membrane. *Acta Soc Ophthalmol Jpn* 1964; 68: 811-826.
41. Dodo T, Toda S. Vitreous replacement as a treatment of severe vitreous opacity. *Acta Soc Ophthalmol Jpn* 1958; 62: 129-143.
42. Michaelson IC. Transscleral division of mid-vitreous membrane under visual control. *Br J Ophthalmol* 1960; 44: 634-635.
43. Kasner D. Vitrectomy: a new approach to the management of vitreous. *Highlights Ophthalmol* 1968; 11: 304-329.
44. Kasner D, Miller GR, Taylor WH, et al. Surgical treatment of amyloidosis of the vitreous. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 1968; 72: 410-418.
45. Machemer R, Parel JM, Norton EWD. A new concept for vitreous surgery. I. Instrumentation. *Am J Ophthalmol Otolaryngol* 1972; 10: 172-177.
46. Machemer R, Parel JM, Norton EWD. Vitrectomy: a pars plana approach. Technical improvements and further results. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 1972; 76(2): 462-466.
47. Machemer R, Buettner H, Norton EWD. Vitrectomy: a pars plana approach. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 1971; 75: 813-820.

48. O'Malley C, Heintz RM Sr. Vitrectomy with an alternative instrument system. *Ann Ophthalmol*. 1975; 7: 585-8, 591-4.
49. Chen JC. Sutureless pars plana vitrectomy through self-sealing sclerotomies. *Arch Ophthalmol* 1996; 114: 1273-5.
50. Kwok AK, Tham CC, Lam DS, et al. Modified sutureless sclerotomies in pars plana vitrectomy. *Am J Ophthalmol* 1999; 127: 731-3.
51. Fujii GY, De Juan E Jr, Humayun MS, et al. A new 25-gauge instrument system for transconjunctival sutureless vitrectomy surgery. *Ophthalmology* 2002; 109: 1807-12.
52. Fujii GY, De Juan E Jr, Humayun MS, et al. Initial experience using the transconjunctival sutureless vitrectomy system for vitreoretinal surgery. *Ophthalmology* 2002; 109: 1814-20.
53. Eckardt C. Transconjunctival sutureless 23-gauge vitrectomy. *Retina* 2005; 25: 208-11.
54. López-Guajardo L, Pareja-Esteban J, Teus-Guezala MA. Oblique sclerotomy technique for prevention of incompetent wound closure in transconjunctival 25-gauge vitrectomy. *Am J Ophthalmol*. 2006; 141(6): 1154-6.
55. Shimada H, Nakashizuka H, Mori R, et al. 25-gauge scleral tunnel transconjunctival vitrectomy. *Am J Ophthalmol*. 2006; 142(5): 871-3.
56. Oshima Y, Wakabayashi T, Sato T, et al. A 27-gauge instrument system for transconjunctival sutureless microincision vitrectomy surgery. *Ophthalmology* 2010; 117: 93-102.
57. Regillo C. *Retina y vítreo*. 1ª ed. Barcelona: Elsevier; 2009.
58. Mester U, Dillinger P. Vitrectomy with arteriovenous decompression and internal limiting membrane dissection in branch retinal vein occlusion. *Retina*. 2002; 22: 740-746.
59. Fine HF, Bhatnagar P, Spaide RF. Vitrectomía por 23 G. En: Bhavsar AR. *Cirugía de retina y vítreo*. 1ª ed. Barcelona: Elsevier; 2010. p. 51-58.
60. Thomas EL. Retinopatía diabética proliferativa y hemorragia vítrea. En: Bhavsar AR. *Cirugía de retina y vítreo*. 1ª ed. Barcelona: Elsevier; 2010. p. 85-92.
61. Palte H. Ophthalmic regional blocks: management, challenges, and solutions. *Local and Regional Anesthesia* 2015;8 57-70.
62. Bhavsar AR. Vitrectomía. En: Bhavsar AR. *Cirugía de retina y vítreo*. 1ª ed. Barcelona: Elsevier; 2010. P. 15-50.
63. Abouammoh M, Abdelhalim A, Mohamed E, et al. Subtenon block combined with general anesthesia for vitreoretinal surgery improves postoperative analgesia in adult: a randomized controlled trial. *J Clin Anesth*. 2016 May;30: 78-86.

64. Patel B, Burns T, Crandall A, et al. A comparasion of topical and retrobulbar anesthesia for cataract surgery. *Ophthalmology* 1996;103: 1196-1203.
65. Demediuk O, Dhaliwal R, Papworth D, et al. A comparasion of peribulbar and retrobulbar anesthesia for vítreo retinal surgical procedeures. *Arch Ophthalmolol* 1995;113: 908-913.
66. Benedetti S, AgostiniA. Peribulbar anaesthesia in vitreoretinal surgery. *Retina* 1994; 14:277-280
67. Sharma T, Gopal L, Parikh S, et al. Parabolbar anesthesia forprimary vitreoretinal surgery. *Ophthalmology* 1997; 104: 425-428.
68. Roman S, Chong Sit D, Boureau C, et al. Sub-Tenon`s anesthesia: an efficient and safe technique. *Br J Ophthalmol* 1997;81: 673-676.
69. Friedberg M, Spellman F, Pilkerton A, et al. An alernative technique of local anesthesia for vitreoretinal surgery. *Arch Ophthalmol* 1991; 109 : 1615-1616.
70. Modarres M, Parvaresh M, Hashemi M, et al: Inadvertent globe perforation during retrobulbar injection in high miopes. *International Ophthalmology* 1997;21(4):179–185.
71. Frieman B, Friedberg M. Globe perforation associated with subtenon`s anesthesia,” *The American Journal of Ophthalmology* 2001;3(4): 520–521.
72. Brar G, Ram J, Dogra M, et al. Ocular explosión after peribulbar anesthesia. *Journal of Cataract and Refractive Surgery* 2001;28(3): 556–561, 2002.
73. Jackson K, Vote D. Multiple cranial nerve palsies complicating retrobulbar eye block. *Anaesthesia and Intensive Care* 1998; 26(6) 662–664.
74. Ando K, Oohira A, Takao M. Restrictive strabismus after retrobulbar anesthesia. *Japanese Journal of Ophthalmology* 1997;41(1): 23–26.
75. Feibel R, Custer P, Gordon M. Postcataract ptosis: a randomized, double-masked comparison of peribulbar and retrobulbar anesthesia. *Ophthalmology* 1993; 100(5): 660–665.
76. Cowley M, Campochiaro P, Newman S, et al. Retinal vascular occlusion without retrobulbar or optic nerve sheath hemorrhage after retrobulbar injection of lidocaine. *Ophthalmic Surgery* 1988;19 (12) 859–861.
77. Morgan C, Schatz H, Vine A, et al. Ocular complications associated with retrobulbar injections. *Ophthalmology* 1988; 95(5): 660–665.
78. Moorthy S, Zaffer R, Rodriguez S, et al. Apnea and seizures following retrobulbar local anesthetic injection. *Journal of Clinical Anesthesia* 2003; 15 (4):267–270.
79. Rosenblatt R, May D, Barsoumian K. Cardiopulmonary arrest after retrobulbar block. *The American Journal of Ophthalmology* 1980: 90(3) 425–427.
80. Celiker H, Karabas L, Sahin O. A comparison of topical or retrobulbar anesthesia for 23 gauge posterior vitrectomy. *J Ophthalmol.* 2014;2014:237028

81. Yepez J, Cedeño de Yepez J, Arevalo J, Topical anesthesia in posterior vitrectomy, *Retina* 2000; 20(1): 41–45.
82. Shi X, Zhao H, Wei W. Analysis of post-operative endophthalmitis after pars plana vitrectomy: a 10-years experience at a single center. *Chin Med J* 2013; 126(15): 2890-2893
83. Endophthalmitis Vitrectomy Study Group. Results of the endophthalmitis vitrectomy study: a randomized trial of immediate vitrectomy and of intravenous antibiotics for the treatment of postoperative bacterial endophthalmitis. *Arch Ophthalmol* 1995; 113: 1479-96
84. Apt L, Isenberg S, Yoshimori R, et al. Chemical preparation of the eye in ophthalmic surgery. III. Effect of povidone iodine on the conjunctiva. *Arch Ophthalmol* 1984; 102: 728-9.
85. Apt L, Isenberg S, Yoshimori R. Antimicrobial preparation of the eye for surgery. *J Hosp Infect* 1985;6 (suppl):163-72
86. Charles S. Tecnología y técnicas en vitrectomía. En: Bhavsar AR. *Cirugía de retina y vítreo*. 1ª ed. Barcelona: Elsevier; 2010. p. 245-255.
87. Chavaud D, Azan F. *Cirugía del desprendimiento de la retina*. 1ª ed. Barcelona: Masson; 2005
88. Fang SY, DeBoer CMT, Humayun MS. Performance analysis of new-generation vitreous cutters. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2008;246:61–67
89. Charles S. An engineering approach to vitreoretinal surgery. *Retina* 2004;24:435–444.
90. Abulon DJK, Buboltz DC. Porcine vitreous flow behavior during high-speed vitrectomy up to 7500 cuts per minute. *Transl Vis Sci Technol* 2016 Feb 22;5(1):7.
91. Hubschman J, Gupta A, Bourla D, et al. 20-, 23-, and 25-gauge vitreous cutters: performance and characteristics evaluation. *Retina* 2008; 28: 249-257.
92. Diniz B, Ribeiro R, Fernandes R, et al. Fluidics in a dual pneumatic ultra high-speed vitreous cutter system. *Ophthalmologica* 2013; 229:15-20.
93. Osawa S, Oshima Y. 27-Gauge vitrectomy. *Dev Ophthalmol*. 2014;54:54-62.
94. Oshima Y, Awh C, Tano Y. Self-retauning 27-gauge transconjunctival chandelier endoillumination for panoramic viewing during vitreous surgery. *Am J Ophthalmol* 2007;143:166-167.
95. Kirshhof B, Wong D. *Vitreoretinal Surgery. Essentials of Ophthalmology*. Springer Berlin, Heidelberg, New York; 2007.
96. Ascaso FJ, Arias L, Caminal JM, et al. Two cases of accidental dislocation of the silicone sleeve of an extrusion cannula into the vitreous cavity. *Case Rep Ophthalmol*. 2012 Sep; 3(3): 438–442.
97. Trichonas G, Kaiser P. Wound contraction. *Dev Ophthalmol* 2014; 54: 71-76.
98. Aylward G. Sutureless vitrectomy. *Ophthalmologica* 2011; 225:67-75 .
99. Ahn S, Woo S, Ahn J, et al. Comparison of postoperative intraocular pressure changes between 23-gauge transconjunctival sutureless vitrectomy and conventional 20-gauge vitrectomy. *Eye* 2012;26: 796-802.

100. Gupta O, Allen C, Kaiser P, et al. Short-term Outcomes of 23-Gauge pars plana vitrectomy. *Am J Ophthalmol* 2008; 146:193-197.
101. Nagpal M, Wartikar S, Nagpal K. Comparison of clinical outcomes and wound dynamics of sclerotomy ports of 20, 25, and 23 gauge vitrectomy. *Retina* 2009; 29: 225-223.
102. Albert L, Deepta A, Zachary M, et al. Factor affecting wound leakage in 23-gauge sutureless pars plana vitrectomy. *Retina* 2011;31: 1101-1108.
103. Micro-incision Vitrectomy Surgery: A paradigm shift in modern Vitreoretinal surgery. Euro times Satellite Educational Symposium held during the 7th EURETINA congress, Monte Carlo, May 2007. Euro times supplement October 2007; page 1-10.
104. Choi K, Kim H, Lee S. Sclerotomy site leakage according to wound shape in 23-gauge microincisional vitrectomy surgery. *Current Eye Research* 2010; 35(6):499-504.
105. Gupta A, Schwartz S. Vitrectomia por 25G. En Bhavsar A. *Cirugía de retina y vítreo*. 1 ed. Barcelona: Elsevier; 2010. P. 59-64.
106. Kellner L, Wimpfissinger B, Stolba U, et al. 25-gauge versus 20-gauge system for pars plana vitrectomy: a prospective randomized clinical trial. *Br J Ophthalmol* 2007 Jul;91: 945-948.
107. Inoue M, Noda K, Ishida S, et al. Intraoperative breakage of a 25-gauge vitreous cutter. *Am J Ophthalmol* 2004; 138:867-869.
108. Milibak T, Suveges I. Complications of sutureless pars plana vitrectomy through self-sealing sclerotomies. *Arch Ophthalmol* 1998; 116(1): 119.
109. Jackson T. Modified sutureless sclerotomies in pars plana vitrectomy. *Am J Ophthalmol* 2000; 129(1): 116-117.
110. Assi AC, Scott RA, Charteris DG. Reversed self-sealing pars plana sclerotomies. *Retina* 2000; 20(6): 689-692.
111. Rahman R, Rosen PH, Riddell C, et al. Self-sealing sclerotomies for sutureless pars plana vitrectomy. *Ophthalmic Surg Lasers* 2000; 31(6): 462-466.
112. Theelen T, Verbeek AM, Tilanus MA, et al. A novel technique for self-sealing, wedge-shaped pars plana sclerotomies and its features in ultrasound biomicroscopy and clinical outcome. *Am J Ophthalmol* 2003; 136(6): 1085-1092.
113. Yanyali A, Celik E, Horozoglu F, et al. Corneal topographic changes after transconjunctival (25-gauge) sutureless vitrectomy. *Am J Ophthalmol* 2005; 140(5): 939-941.
114. Lakhanpal RR, Humayun MS, de Juan E Jr, et al. Outcomes of 140 consecutive cases of 25-gauge transconjunctival surgery for posterior segment disease. *Ophthalmology* 2005; 112(5): 817-824.

115. Keshavamurthy R, Venkatesh P, Garg S. Ultrasound biomicroscopy findings of 25 G Transconjunctival Sutureless (TSV) and conventional (20G) pars plana sclerotomy in the same patient. *BMC Ophthalmol.* 2006 Feb 28; 6: 7.
116. Okamoto F, Okamoto C, Sakata N, et al. Changes in corneal topography after 25-gauge transconjunctival sutureless vitrectomy versus after 20-gauge standard vitrectomy. *Ophthalmology.* 2007; 114(12): 2138-41.
117. Wimpissinger B, Kellner L, Brannath W, et al. 23-Gauge versus 20-gauge system for pars plana vitrectomy: a prospective randomized clinical trial. *Br J Ophthalmology.* 2008; 92(11): 1483-7.
118. Rizzo S, Genovesi-Ebert F, Murri S, et al. 25-Gauge, sutureless vitrectomy and standard 20-gauge pars plana vitrectomy in idiopathic epiretinal membrane surgery: a comparative pilot study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2006; 244: 472-479.
119. Gupta A, Gonzales CR, Lee SY, et al. Transient post-operative hypotony following transconjunctival 25 gauge vitrectomy. *ARVO* 2003; abstract 2016.
120. Gupta OP, Weichel ED, Fineman MS, et al. Postoperative complications associated with 25-gauge pars plana vitrectomy. *Retina Society abstract* 2005.
121. Meyer CH, Rodrigues EB, Schmidt JC, et al. Sutureless vitrectomy surgery. *Ophthalmology* 2003; 110 (12): 2427-2428.
122. Lam DS, Yuen CY, Tam BS, et al. Sutureless vitrectomy surgery. *Ophthalmology* 2003; 110(12): 2428-2429.
123. Shaikh S, Ho S, Richmond PP, et al. Untoward outcomes in 25-gauge versus 20-gauge vitreoretinal surgery. *Retina.* 2007; 27(8): 1048-53.
124. Singh A, Chen JA, Stewart JM. Ocular surface fluid contamination of sutureless 25-gauge vitrectomy incisions. *Retina.* 2008; 28(4): 553-7.
125. Kunitomo DY, Kaiser RS. Incidence of endophthalmitis after 20- and 25-gauge vitrectomy. *Ophthalmology* 2007; 114: 2133-2137.
126. Scott IU, Flynn HW Jr, Dev S, et al. Endophthalmitis after 25-gauge and 20-gauge pars plana vitrectomy: incidence and outcomes. *Retina.* 2008; 28: 138-142.
127. Parolini B, Prigione G, Romanelli F, et al. Postoperative complications and intraocular pressure in 943 consecutive cases of 23-gauge transconjunctival pars plana vitrectomy with 1-year follow-up. *Retina.* 2010;30(1) 107-111.

128. Kusaka S. 23-gauge transconjuntival vitrectomy system: easier and more efficient than 25-gauge system. *VitreoTech Online* 2006;9
129. Benitez-Herreros J, Lopez-Guajardo L, Camara-Gonzalez C, et al. Influence of incisional vitreous incarceration in sclerotomy closure competency after transconjuntival sutureless vitrectomy. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2013; 54: 4399-71.
130. Rizzo S, Belting C, Genovesi-Ebert F, et al. Incidence of retinal detachment after small-incision, sutureless pars plana vitrectomy compared with conventional 20-vitrectomy in macular hole and epiretinal membrane surgery. *Retina* 2010; 30: 1065-1071
131. Rizzo S, Belting C, Genovesi-Ebert F. Retinal detachment after small-incision, sutureless pars plana vitrectomy: posible causative agents. *Graefes Arch Exp Ophthalmol* 2010; 248: 1401-1406
132. Ibarra M, Hermel M, Prenner J, et al. Longer-term outcomes of transconjuntival sutureless 25-gauge vitrectomy. *Curr Opin Ophthalmol* 2005; 139:831-836.
133. Garg S, Dollin M, Storey P, et al. Microbiological spectrum and outcomes of endophthalmitis after intravitreal injection versus pars plana vitrectomy. *Retina* 2016; 36: 351-359.
134. Steven M, Flynn H, Murray T, et al. Endophthalmitis after pars plana vitrectomy. *Ophthalmology* 1995; 102: 705-712
135. Vivek P, Avinash P, Schwartz S, et al. Endophthalmitis following pars plana vitrectomy: a literature review of incidence, causative organisms, and treatment outcomes. *Clinical Ophthalmology* 2014; 8:2183-2188.
136. Hu A, Bourges J, Shah S, et al. Endophthalmitis after pars plana vitrectomy a 20- and 25- gauge comparison. *Ophthalmology* 2009; 116:1360-1365.
137. Govetto A, Virgili G, Menchini F, et al. A systematic review of endophthalmitis after microincisional versus 20-gauge vitrectomy. *Ophthalmology* 2013;120: 2286-2291.
138. Wu L, Berrocal M, Arévalo J, et al. Endophthalmitis after pars plana vitrectomy. Results of the pan American Collaborative retina study group. *Retina* 2011; 31: 673-678.
139. Mason J, Yunker J, Vail R, et al. Incidence of endophthalmitis following 20-gauge and 25-gauge vitrectomy. *Retina* 2008; 28: 1352-1354
140. Chen J, Khurana R, Nguyen Q, et al. The incidence of endophthalmitis following transconjuntival sutureless 25- vs 20-gauge vitrectomy. *Eye* 2009;23:780-784
141. Parolini B, Romanelli F, Prigione G. Incidence of endophthalmitis in a large series of 23-gauge and 20-gauge transconjuntival parsplana vitrectomy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2009; 247: 895-898.
142. Shimada H, Nakashizuka H, Hattori T, et al. Incidence of endophthalmitis after 20- and 25- gauge vitrectomy causes and prevention. *Ophthalmology* 2008; 115: 2215-2220.

143. Romano M, Cennamo G, Ferrara M, et al. Twenty-seven-gauge versus 25-gauge vitrectomy for primary rhegmatogenous retinal detachment. *Retina* 2016; 0:1–6.
144. Batman C, Ozdamar Y, Aslan O, et al. Tissue glue in sutureless vitreoretinal surgery for the treatment of wound leakage. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2008; 39:100-106.
145. Batman C, Ozdamar Y, Mutevelli S, et al. A comparative study of tissue glue and vicryl suture for conjunctival and scleral closure in conventional 20-gauge vitrectomy. *Eye* 2009; 23: 1382-1387.
146. Singh A, Hosseini M, Hariprasad S. Polyethylene glycol hydrogel polymer sealant for closure of sutureless sclerotomies: A histologic Study. *AmJ Ophthalmol* 2010; 150: 346-351.
147. Hariprasad S, Singh A. Polyethylene glycol hidrogel polymer sealant for vitrectomy surgery. *Arch Ophthalmol* 2011; 129(3):322-325.
148. Reibaldi M, Longo A, Reibaldi A, et al. Diathermy of leaking sclerotomies after 23-gauge transconjunctival pars plana vitrectomy. A prospective study. *Retina* 2013; 33: 939-945.
149. Chieh JJ, Rogers AH, Wiegand TW, et al. Short-term safety of 23-gauge single-step transconjunctival vitrectomy surgery. *Retina* 2009; 29: 1486–1490.
150. Woo SJ, Park KH, Hwang JM, et al. Risk factors associated with sclerotomy leakage and postoperative hypotony after 23-gauge transconjunctival sutureless vitrectomy. *Retina* 2009; 29: 456-463.
151. Fine HF, Iranmanesh R, Iturralde D, et al. Outcomes of 77 consecutive cases of 23-gauge transconjunctival vitrectomy surgery for posterior segment disease. *Ophthalmology* 2007; 114: 1197-200.
152. Tewari A, Shah GK, Fang A. Visual outcomes with 23-gauge transconjunctival sutureless vitrectomy. *Retina* 2008; 28: 258-62.
153. Ho LY, Garretson BR, Ranchod TM, et al. Study of intraocular pressure after 23-gauge and 25-gauge pars plana vitrectomy randomized to fluid versus air fill. *Retina* 2011; 31: 1109-17.
154. Kim MJ, Park KH, Hwang JM, et al. The safety and efficacy of transconjunctival sutureless 23-gauge vitrectomy. *Korean J Ophthalmol.* 2007; 21: 201-7.
155. Lin AL, Ghate DA, Robertson ZM, et al. Factors affecting wound leakage in 23-gauge sutureless pars plana vitrectomy. *Retina* 2011; 31: 1101-8.
156. Lott MN, Manning MH, Singh J, et al. 23-gauge vitrectomy in 100 eyes: short-term visual outcomes and complications. *Retina* 2008; 28: 1193-200.
157. Kūçök E, Yılmaz U, Zoro K, et al. Risk factors for suture requirement and early hypotony in 23-gauge vitrectomy for complex vitreoretinal diseases. *Int Ophthalmol* 2016;
158. Choi S, Lee E, Nam K. et al. Fibrin glue-assisted conjunctival closure in pars plana vitrectomy where conjunctival closure with a suture would be difficult. *Retina* 2010; 30: 688-691.

159. Mentens R, Devogelaere T, Stalmans P. Comparing fibrin glue to sutures for conjunctival closure in pars plana vitrectomy. *Bull Soc Belge Ophthalmol* 2007; 306: 49-56.
160. Mentens R, Stalmans P. Comparasion of fibrin glue and sutures for conjunctival closure in pars plana vitrectomy. *Am J Ophthalmol* 2007; 144: 128-131.
161. Lee B, Song Y. Releasable suture technique for the prevention of incompetent wound closure in transconjunctival vitrectomy. *Retina* 2008; 28: 1163-1165.
162. Kelly H, Ward G, Electrosurgery. Philadelphia. WB Saunder Company; 1932: 1-9.
163. Goldwyn RM. Bovie: The man and the machine. *Ann Plast Surg* 1979; 2: 135-153.
164. Kearns SR, Connolly EM, McNally S, et al. Randomized clinical trial of diathermy versus scalpel incision in elective midline laparotomy. *Br J Surg* 2001; 88: 41-44.
165. Kennedy JS, Stranahan PL, Taylor KD, et al. High burst-strength, feedback-controlled bipolar vessel sealing. *Surg Endosc* 1998; 12: 876-878.
166. Harold KL, Pollinger H, Matthews BD, et al. Comparison of ultrasonic energy, bipolar thermal energy and vascular clips for hemostasis of small, medium, and large size arteries. *Surg Endosc* 2003; 17: 1228-1230.
167. Agrawal S, Gupta SK, Singh V, et al. A novel technique to recanalize the nasolacrimal duct with endodiathermy bipolar probe. *Indian J Ophthalmol*.2013; 61: 718-721.
168. Pajic B, Pallas G, Gerding H, et al. A novel technique of ab interno glaucoma surgery: follow-up results after 24 months. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2006; 244: 22-27.
169. Boscia F, Besozzi G, Recchimurzo N, et al. Cauterization for prevention of leaking sclerotomies after 23-gauge transconjunctival pars plana vitrectomy: an easy way to obtain sclerotomy closure. *Retina* 2011; 31: 988-90.
170. Forseth M, O'Grady K, Torium D. The current status of cyanoacrylate and fibrin tissue adhesives. *J Long Term Eff Med Implant*. 1992; 2:221-233.
171. Panda A, Kumar S, Kumar A, et al. Fibrin glue in ophthalmology. *Indian J Ophthalmol*. 2009; 57(5): 371-379.
172. Valbonesi M. Fibrin glues of human origin. *Best Pract Res Clin Haematol*. 2006; 19: 191-203.
173. Tidrick R, Warner E. Fibrin fixation of skin transplant. *Surgery* 1944;15: 90-95.
174. Katzin H. Aqueous fibrin fixation of corneal transplants in the rabbit *Arch Ophthalmol*. 1945;35:415-420.
175. Chan S, Boisjoly H. Advances in the use of adhesives in ophthalmology. *Curr Opin Ophthalmol* 2014; 15: 305-310.
176. Kaufman H, Insler M, Ibrahim-Elzembely H, et al. Human fibrin tissue adhesive for sutureless lamellar keratoplasty and scleral patch adhesión. *Ophthalmology* 2003;110:2168-2172.

177. Thompson D, Letassy N, Thompson G. Fibrin glue: A review of its preparation, efficacy, and adverse effect as topical hemostat. *Drug Intell Clin Pharm* 1988; 22: 946-952.
178. De Palma L, Chriss V, Luban L. The preparation of fibrinogen concentrate for use as a fibrin glue by four different methods. *Transfusion* 1993;33: 717-772
179. Man D, Plosker H, Wuland-Braun J. The use of autologous alternative to fibrin glue with applications in oral and maxillofacial surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 1997;55: 1294-1299.
180. Croveti G, Martinelli G, Issi M, et al. Platelets for healing cutaneous chronic wounds. *Transfus Apheresis Sci* 2004; 30: 145-151.
181. Koranyi G, Seregard S, Kopp E. Cut and paste: a no suture, small incision approach to pterygium surgery. *Br J Ophthalmol* 2004; 88: 911-4.
182. Koranyi G, Seregard S, Kopp E. The cut-and-paste method for primary pterygium surgery: long-term follow-up. *Acta Ophthalmol Scand* 2005; 83: 298-301
183. Kawamura M, Sawafuje M, Watanabe M, et al. Frequency of transmission of human parvovirus B19 infection by fibrin sealant used during thoracic surgery. *Ann Thorac Surg* 2002; 73: 1098-1100.
184. Jackson M. Fibrin sealants in surgical practice: An overview. *Am J Surg* 2001; 182: 1S-7S.
185. Steinkogler FJ. The use of fibrin sealant in lid surgery. In: Schlag G, Redl H, editors. *Fibrin Sealant in operative medicine: Vol.2. Ophthalmology-Neurosurgery*. Berlin: Springer; 1986. pp. 85-87.
186. Mandel M. Closure of blepharoplasty incision with autologous fibrin glue. *Arch Ophthalmol* 1990;108: 842-844
187. Watts M, Collin R. The use of fibrin glue in mucous membrane grafting of the fornix. *Ophthalmic Surg* 1993; 23:689-690.
188. Steinkogler FJ. Fibrin sealant in operative medicine: Vol.2. In: Schlag G, Redl H, editors. *Ophthalmology-Neurosurgery*. Berlin: Springer; 1986. pp. 92-94.
189. Steinkogler FJ, Moser E. Canaliculo-cystostomy using the fibrin glue technique. *Fortschr Ophthalmol*. 1989; 86: 76-77.
190. Steinkogler FJ, Kuchar A. Fibrin sealant in ophthalmic plastic and reconstructive surgery. In: Schlag G, Ascher PW, Steinkogler F, Stammberger H, editors. *Fibrin sealing in surgical and nonsurgical fields: Vol.5. Neurosurgery, Ophthalmic surgery, ENT*. Berlin: Springer-Verlag; 1984. pp. 87-96.
191. Lagoutte FM, Gauthier L, Comte PRM. A fibrin sealant for perforated and preperforated corneal ulcers. *Br J Ophthalmol*. 1989; 73: 757-761.
192. Vrabec MP, Jordan JJ. A surgical technique for the treatment of central corneal perforations. *J Refractive Corneal Surg*. 1994; 10: 365-367.

193. Sharma A, Kaur R, Kumar S, et al. Fibrin glue versus N.butyl-2-cyanoacrylate in corneal perforations. *Ophthalmology* 2003;110: 291-298.
194. Hick S, Demers PE, Brunette I, et al. Amniotic membrane transplantation and fibrin glue in the management of corneal ulcers and perforations: A review of 33 cases. *Cornea*. 2005; 24: 369-377.
195. Bahar I, Kaiserman I, Slomovic A, et al. Fibrin glue for opposing wound edges in “Top Hat” Penetrating Keratoplasty- A laboratory study. *Cornea*. 2007; 26: 1235-1238.
196. Pfister RR, Sommers CL. Fibrin sealant in corneal stem cell transplantation. *Cornea*. 2005; 24: 593-598.
197. Uhlig CE, Gerding H. Fibrin sealing improves stability of corneal prostheses during vitreoretinal procederes. *Retina*. 2003; 23: 209-214.
198. Anderson NJ, Hardten DR. Fibrin glue for the prevention of epithelial ingrowth after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*. 2003; 29: 1425-1429.
199. Yeh DL, Bushley DM, Kim T. Treatment of traumatic LASIK flap dislocation and epithelial ingrowth with fibrin glue. *Am J Ophthalmol*. 2006; 141: 960-962.
200. Stenikogler FJ, Haddad R. Experimental experience with fibrin glued heterogenic pericardium in conjunctival surgery. In: Schlag G, Redl, editors. *Fibrin Sealant in Operative Medicine*. Ophthalmology-Neurosurgery. Vol.2. Berlin: Springer; 1986. pp. 88-91.
201. Kheirkhah A, Casas V, Blanco G, et al. Amniotic membrane transplantation with fibrin glue for conjuntivochalasis. *Am J Ophthalmol*. 2007; 144: 311-313.
202. Marticorena J, Rodríguez-Ares MT, Touriño R, et al. Pterygium surgery: Conjunctival autograft using a fibrin adhesive. *Cornea*. 2006; 25: 34-36.
203. Bahar I, Weinberger D, Gatton DD, et al. Fibrin glue versus vicryl sutures for primary conjunctival closure in pterygium surgery: long term results. *Curr Eye Res*. 2007; 32: 399-405.
204. Jiang J, Yang Y, Zhang M, et al. Comparison of fibrin sealant and sutures for conjunctival autograft fixation in pterygium surgery ;one year follow up. *Ophthalmologica*. 2008; 27: 94-99.
205. Pan H, Zhong J, Jing C. Comparison of fibrine glue versus suture for conjunctival autografting in pterygium surgery: a meta-analysis. *Ophthalmology*. 2011 Jun;118(6):1049-1054.
206. Cha D, Kim K, Choi H, et al. A comparative study of the effect of fibrin glue versus sutures on clinical outcome in patients undergoing pterygium excision and conjunctival autografts. *Korean J Ophthalmol*. 2012 Dec;26 (6):407-413.

207. Srinivasan S, Slomovie AR. Eye rubbing conjunctival graft dehiscence following pterygium surgery with fibrin glue. *Eye*. 2007; 21: 865-867.
208. Henrick A, Gaster RN, Silverstone PJ. Organic tissue glue in closure of cataract incisions. *J Cataract Refract Surg*. 1987; 13: 551-555.
209. Bauschmann W. Progress in fibrin sealing of eye lens and conjunctiva. In: Scлаг G, Ascher PW, Steinkogler F, Stammberger H, editors. *Fibrin sealing in surgical and non surgical fields: Vol.5. Neurosurgery, Ophthalmic Surgery, ENT*. Berlin: Springer-Verlag; 1994. pp.97-106.
210. Kajiwarra K. Repair of a leaking bleb with fibrin glue. *Am J Ophthalmol* 1990;109:599–601.
211. Asrani SG, Wilensky JT. Management of bleb leaks after glaucoma filtering surgery: use of autologous fibrin tissue glue as an alternative. *Ophthalmology* 1996; 103:294–298.
212. Grewing R, Mester U. Fibrin sealant in the management of complicated hypotony after trabeculectomy. *Ophth Surg Lasers* 1997; 28:124–127.
213. Valimaki J. fibrin glue for preventing immediate postoperative hypotony following glaucoma drainage implant surgery. *Acta Ophthalmol Scand*. 2006; 84: 372-374.
214. Dadeya S, Kamlesh MS. Strabismus surgery: fibrin glue versus vicryl for conjunctival closure. *Acta Ophthalmol Scand* 2001;79:515–517.
215. Mohan K, Malhi RK, Sharma A, et al. Fibrin glue for conjunctival closure in strabismus surgery. *J Pediatr Ophthalmol Strab* 2003; 40:158–160.
216. Biedner B, Rosenthal G. Conjunctival closure in strabismus surgery: vicryl versus fibrin glue. *Ophthalmic Surg Lasers* 1996; 27:967.
217. Zauberman H, Hemo I. Use of fibrin glue in ocular surgery. *Ophthalmic Surg*. 1988; 19: 132-133.
218. Gilbert C. Adhesives in retinal detachment surgery. *Br J Ophthalmol* 1991; 75: 309-310
219. Margalit E, Fujii G, Lai J, et al. Bioadhesives for intraocular use. *Retina* 2000; 20: 469-477.
220. Coleman D, Lucas B, Koutz C, et al. A biologic tissue adhesive for vitreoretinal surgery. *Retina* 1988; 8:250-256.
221. Blumenkranz M, Ohana E, Shaikh S, et al. Adjuvant methods in macular hole surgery: intraoperative plasma-thrombin mixture and postoperative fluid-gas Exchange. *Ophthalmic Surg Laser* 2001; 32: 198-207.
222. Bahar I, Weinberger D, Lusky M, et al. Fibrin glue as a suture substitute: histological evaluation of trabeculectomy in rabbit eyes. *Curr Eye Res*. 2006;31:31-36.
223. Szurman P, Warga M, Grisanti S, et al. Sutureless amniotic membrane fixation using fibrin glue for ocular surface reconstruction in a rabbit model. *Cornea*. 2006;25:460-466.
224. Spierer A, Barequet I, Rosner M, et al. Reattachment of extraocular muscles using fibrin glue in a rabbit model. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1997;38:543-546.

225. Sumich P, Cook S, Tole D. Fibrin tissue-filler glue for persistent epithelial defects. *Clin Exp Ophthalmol* 2003; 31:267–269.
226. Marone P, Monzillo V, Segu C, et al. Antibiotic-impregnated fibrin glue in ocular surgery: In Vitro antibacterial activity. *Ophthalmologica*. 1999; 213: 12-15.
227. Berguer R, Staerkel RL, Moore EE, et al. Use of fibrin glue in deep hepatic wounds. *J Trauma*. 1991; 31: 408-411.
228. Siedentop K, Park J, Shah A, et al. Safety and efficacy of currently available fibrin tissue adhesives. *Am J Otolaryngol* 2001;22: 230-235.
229. Saltz R, Sierra D, Feldman D, et al. Experimental and clinical application of fibrin glue. *Plast Reconstr Surg*. 1991;88:1005–1015
230. Bhatia SS. Ocular surface sealants and adhesives. *Ocul Surf*. 2006;4:146–154
231. Shirari T, Shimota H, Chida K. et al. Anaphylaxis to aprotinin in fibrin sealant. *Intern Med*. 2005; 44: 1088-1089.
232. Beierlein W, Scheule AM, Antoniadis G, et al. Anaphylaxis Transfusion. 2000; 40: 302-305.
233. Kober B, Scheule A, Voth V. Anaphylactic Reaction After Systemic Application of Aprotinin Triggered by Aprotinin-Containing Fibrin Sealant. *Anesth Analg* 2008;107: 406–409.
234. Dietrich W, Ebell A, Busley R, et al. Aprotinin and anaphylaxis: analysis of 12,403 exposure to Aprotinin in cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 2007;84:1144–1150
235. Pastorello E, Incorvaia C, Pravettoni V, et al. A multicentric study on sensitivity and specificity of a new in vitro test for measurement of IgE antibodies. *Ann Allergy* 1991;67:365–370
236. Saldanha J, Minor P. Detection of human parvovirus B19 DNA in plasma pools and blood products derived from these pools: implications for efficacy and consistency of removal of B19 DNA during manufacture. *Br J Haematol* 1996; 93: 714–719.
237. Hino M, Ishiko O, Honda KI, et al. Transmission of symptomatic parvovirus B19 infection by fibrin sealant used during surgery. *Br J Haematol* 2000; 108: 194–195.
238. Liggett P, Cano M, Robin J, et al. Intravitreal biocompatibility of mussel adhesive protein, A preliminary study. *Retina* 1990; 10: 144-147
239. Vote B, Elder M. Cyanoacrylate glue for corneal perforations: a description of a surgical technique and a review of the literature. *Clin exp Ophthalmol* 2000, 28: 437-442.
240. Trott A. Cyanoacrylate tissue adhesives an advance in wound care. *JAMA* 1997; 277: 1559–60.
241. Watson DP. Use of cyanoacrylate tissue adhesive for closing facial lacerations in children. *BMJ*. 1989;299:1014.

242. Khodadoust AA: Tissue adhesives in ophthalmology. In: Sears ML, Tarkkanen A, eds. *Surgical Pharmacology of the Eye*. New York: Raven Press;1985:223–234.
243. Eiferman R, Snyder J. Antibacterial effect of cyanoacrylate glue. *Arch. Ophthalmol.* 1983; 101: 958–60.
244. Yaron M, Halperin M, Huffer W, et al. Efficacy of tissue glue for laceration repair in an animal model. *Acad Emerg Med.* 1995;2:259-263.
- 245 Toriumi DM, O'Grady K. Surgical tissue adhesives in otolaryngology-head and neck surgery. *Otolaryngol Clin North Am.* 1994;27:203-209
- 246 Toriumi DM, Raslan WF, Friedman M, et al. Histotoxicity of cyanoacrylate tissue adhesives. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1990;116:546-550.
247. Samson D, Marshall D. The use of isobutyl-2-cyanoacrylate in embolization. *Surg Neurol.* 1987;28:319.
248. Binmoeller KF, Soebhendra N. Non surgical treatment of variceal bleeding: new modalities. *Am J Gastroenterol.* 1995;90:1923-1931.
249. Ellis DA, Shaikh A. The ideal tissue adhesive in facial plastic and reconstructive surgery. *J Otolaryngol.* 1990;19:68-72.
250. Refojo M, Dohlman C, Ahmad B, et al. Evaluation of adhesives for corneal surgery. *Arch. Ophthalmol.* 1968; 80: 645–56.
251. Refojo MF, Dohlman CH. The tensile strength of adhesive joints between eye tissues and alloplastic materials. *Am. J. Ophthalmol.* 1969; 68: 248–55.
252. Fogle JA, Kenyon KR, Foster CS. Stromal melting in the cornea. *Am. J. Ophthalmol.* 1980; 89: 795–802.
253. Kim J, Bassage S, Kempinski M, et al. Evaluation of tissue adhesives in closure of scleral tunnel incisions. *J. Cataract Refract. Surg.* 1995; 21:320–25.
254. McCuen B, Hida T, Sheta S, et al. Experimental transvitreal cyanoacrylate retinopexy. *Am J Ophthalmol* 1986; 102: 199-207
255. McCuen B, Hida T, Sheta S. Transvitreal cyanoacrylate retinopexy in the management of complicated retinal detachment. *AmJ Ophthalmol* 1987; 104: 127-132
256. Sheta S, Hida T, McCuen B. Cyanoacrylate tissue adhesive in the management of recurrent detachment caused by macula hole. *Am J Ophthamol* 1990; 109:28-32.
257. Wichinsin P, McDonough RL, Huang AJ, Flynn HW Jr. Tissue adhesive in the Management of leaking pars plana sclerotomy causing hypotony and choroidal detachment. *Arch Ophthalmol.* 2001; 119: 135-137.

258. Naruse S, Mori K, Kinoshita S: A new technique for removing the inner wall of Schlemm's canal using cyanoacrylate. *Acta Ophthalmol Scand* 2003; 81:151–154.
259. Carlson AN, Wilhelmus KR. Giant papillary conjunctivitis associated with cyanoacrylate glue. *Am. J. Ophthalmol.* 1987;104: 437–438.
260. Leahey AB, Gottsch JD, Stark WJ. Clinical experience with N-butyl cyanoacrylate (Nexacryl) tissue adhesive. *Ophthalmology* 1993; 100: 173–180.
261. Markowitz G, Orlin S, Frayer W, et al. Corneal endothelial polymerisation of histoacryl adhesive: a report of a new intraocular complication. *Ophthalmic Surg.* 1995; 26: 256–258.
262. Stempel I. Complications of liquid plastics in ophthalmic surgery. Histopathologic study. *Dev. Ophthalmol.* 1987; 13:137–146.
263. Quinn J, Wells G, Sutcliffe T, et al. A randomized trial comparing octylcyanoacrylate tissue adhesive and sutures in the management of lacerations. *JAMA.* 1997;277:1527-1530
264. Bruns T, Simon H, McLario D, et al. Laceration repair using a tissue adhesive in a children's emergency department. *Pediatrics.* 1996;98:673-675
265. Quinn J, Drzewiecki A, Li M, et al. A randomized, controlled trial comparing a tissue adhesive with suturing in the repair of pediatric facial lacerations. *Ann Emerg Med.* 1993;22:1130-1135.
266. Cosgrove GR, Delashaw JB, Grotenhuis JA, et al. Safety and efficacy of a novel polyethylene glycol hydrogel sealant for watertight dural repair. *JNeurosurg.* 2007; 106(1): 52-58.
267. Singh A, Stewart JM. 25-gauge sutureless vitrectomy: variations in incision architecture. *Retina.* 2009; 29 (4): 451-455.
268. Gupta OP, Maguire JI, Eagle RC Jr, et al. The competency of pars plana vitrectomy incisions: a comparative histologic and spectrophotometric analysis. *Am J Ophthalmol.* 2009; 147(2): 243-250.
269. Ho V, Shah G, Liu E. ReSure Sealant for Pars Plana Vitrectomy Wound Closure. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina.* 2015 Nov-Dec;46(10):1042-4.
270. Hoshi S, Okamoto F, Arai M, et al. In vivo and in vitro feasibility studies of intraocular use of polyethylene glycol-based synthetic sealant to close retinal breaks in porcine and rabbit eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2015;56:4705–4711.
271. Hoshi S, Okamoto Z, Arai M, et al. Polyethylene glycol-based synthetic hydrogel sealant for closing vitrectomy wounds: an in vivo and histological study. *Trans Vis Sci Tech.* 2016;5(3):7
272. Gachoka D. Polyethylene glycol (PEG)-induced anaphylactic reaction during bowel preparation. *ACG Case Rep J.* 2015;4:216–217.
273. Prince K, Nielson S, Abren R. Preliminary evaluation of polysiloxanes for experimental retinopexi. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1989; 30:(suppl):12.

274. Smiddy W, Glaser B, Green W, et al. Transforming growth factor beta. A biologic chorioretinal glue. *ArchOphthalmol* 1989; 107: 577-580.
275. Miki D, Dastgheib K, Kim T, et al.: A photopolymerized sealant for corneal lacerations. *Cornea* 2002; 21:393–399.
276. Bloom JN, Duffy MT, Davis JB, et al.: A light-activated surgical adhesive technique for sutureless ophthalmic surgery. *Arch Ophthalmol* 2003; 121:1591–1595.
277. Goins KM, Khadem J, Majmudar PA: Relative strength of photodynamic biologic tissue glue in penetrating keratoplasty in cadaver eyes. *J Cataract Refract Surg* 1998; 24:1566–1570.
278. Benitez-Herreros J, Lopez-Guajardo L, Vazquez-Blanco M, et al. Assessment of closure competency of sutureless vitrectomy sclerotomies after scleral hydration. *Curr Eye Res* 2015; Jan 22: 1-4.
279. Barak Y, Lee ES, Schaal S. Sealing effect of external diathermy on leaking sclerotomies after small-gauge vitrectomy: A clinicopathological report. *JAMA Ophthalmol.* 2014; 132: 891-892.
280. Miller D. Pressure of the lid on the eye. *Arch Ophthalmol.* 1967; 78:328–330.
281. Coleman DJ, Trokel S. Direct-recorded intraocular pressure variations in a human subject. *Arch Ophthalmol.* 1969; 82: 637–640.
282. Lopez-Guajardo L, Benitez-Herreros J, Silva-Mato A. Experimental model to evaluate mechanical closure resistance of sutureless vitrectomy sclerotomies using pig eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011; 52: 4080-4084.
283. Zhang X, Li Q, Liu B, et al. In vivo cross-sectional observation and thickness measurement of bulbar conjunctiva using optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011; 52 (10): 7787-7791.
284. Olsen TW, Sanderson S, Feng X, et al. Porcine sclera: thickness and surface area. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2002; 43: 2529–2532.
285. Olsen TW, Aaberg SY, Geroski DH, et al. Human sclera: thickness and surface area. *Am J Ophthalmol.* 1998; 125: 237–241.
286. Nicoli S, Ferrari G, Quarta M, et al. Porcine sclera as a model of human sclera for in vitro transport experiments: histology, SEM, and comparative permeability. *Mol Vis.* 2009; 15: 259–266.
287. Zhengyu S, Fang W, Ying F, et al. The experimental research of rabbit's sclerotomy sites undergoing transconjunctival sutureless vitrectomy. *Curr Eye Res.* 2007; 32: 647-652.

288. Hikichi T, Yoshida A, Hasegawa T, et al. Wound healing of scleral self-sealing incision: a comparison of ultrasound biomicroscopy and histology findings. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol*. 1998; 236: 775-778.
289. Loayza Villar F. Atlas de anatomía ocular en ojos de cerdo. Lima: Ministerio de Salud. Instituto de Oftalmología; 2000.
290. Okamoto F, Sugiura Y, Okamoto Y, et al. Measurement of ophthalmodynamometric pressure with the vented-gas forced-infusion system during pars plana vitrectomy. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2010; 51(8): 4195-4199.
291. Lee B, Litt M, Buchsbaum G. Rheology of the vitreous body: Part 2. Viscoelasticity of bovine and porcine vitreous. *Biorheology*. 1994; 31: 327-338.
292. Lee B, Litt M, Buchsbaum G. Rheology of the vitreous body: part 3. Concentration of electrolytes, collagen and hyaluronic acid. *Biorheology*. 1994; 31: 339-351.
293. Noulas AV, Skandalis SS, Feretis E, et al. Variations in content and structure of glycosaminoglycans of the vitreous gel from different mammalian species. *Biomed Chromatogr*. 2004; 18: 457-461.
294. Dalma-Weiszhausz J, Gordon-Angelozzi M, Ustariz-Gonzalez O, et al. Intraocular pressure rise during 25-gauge vitrectomy trocar placement. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2008; 246 (2): 187-189
295. Teixeira A, Chong L, Matsuoka N, et al. Novel method to quantify traction in a vitrectomy procedure. *Br J Ophthalmol*. 2010; 94(9): 1226-1229.
296. Teixeira A, Chong L, Matsuoka N, et al. An experimental protocol of the model to quantify traction applied to the retina by vitreous cutters. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2010; 51(8): 4181-4186.
297. Hernández-Verdejo JL, Teus MA, Román JM, et al. Porcine model to compare real-time intraocular pressure during LASIK with a mechanical microkeratome and femtosecond laser. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2007; 48(1):68-72.
298. Benitez-Herreros J, Lopez-Guajardo L, Camara-Gonzalez C, et al. Effect of interposition maneuver during cannula removal on vitreous incarceration rate in vitrectomized eyes measured by ultrasound biomicroscopy. *Curr Eye Res* 2012; 37: 809-812.

299. Benitez-Herreros J, Lopez-Guajardo L, Camara-Gonzalez C, et al. Influence of the interposition of a non-hollow probe during cannula extraction on sclerotomy vitreous incarceration in sutureless vitrectomy. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012; 54: 7322-7326.
300. Benitez-Herreros J, Lopez-Guajardo L, Camara-Gonzalez C, et al. Evaluation of conjunctival bleb detection after vitrectomy by ultrasound biomicroscopy, optical coherence tomography and direct visualización. *Curr Eye Res.* 2014; 39(4): 390-394.
301. Benitez-Herreros J, Lopez-Guajardo L, Camara-Gonzalez C, et al. Influence of sclerotomy use on vitreous incarceration in an experimental model of vitrectomized eye. *Clin Ophthalmol.* 2013; 7: 1471-1476.
302. Lopez-Guajardo L, Benitez-Herreros J, Camara-Gonzalez C, et al. Assessment of vitreous incarceration in sclerotomies with OCT, ultrasound biomicroscopy, and direct visualization. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2012; 43: 117-122.
303. Benitez-Herreros J, Lopez-Guajardo L, Camara-Gonzalez C, et al. Influence of the sclerotomy use on mechanical incision competency in experimental model of vitrectomized eyes. *Curr Eye Res.* 2012; 37: 120-123.
304. Kubrey SS, Kumar K, Kursange S, et al. Conjunctival autograft fixation with protein coagulation and blood fibrin as tissue adhesive in pterygium surgery. *JEMDS* 2013; 13: 3529-3537.
305. Kusuhara S, Ooto S, Kimura D, et al. Intraocular gas dynamics after 20-gauge and 23-gauge vitrectomy with sulfur hexafluoride gas tamponade. *Retina* 2011; 31: 250-256.
306. Inoue M, Shinoda K, Hirakata A. Twenty-three gauge cannula system with microvitreoretinal blade trocar. *Br J ophthalmol.* 2010; 94: 498-502.
307. Misra A, Ho-Yen G, Burton RL. 23-gauge sutureless vitrectomy and 20-gauge vitrectomy: a case series comparison. *Eye (Lond)* 2009; 23:1187-1191.
308. Haas A, Seidel G, Steinbrugger I, et al. Twenty-threegauge and 20- gauge vitrectomy in epiretinal membrane surgery. *Retina* 2010; 30: 112-116.
309. Nam DH, Ku M, Sohn HJ, et al. Minimal fluid-air Exchange in combined 23-gauge sutureless vitrectomy, phacoemulsification, and intraocular lens implantation. *Retina* 2010; 30:125-130.
310. Taban M, Sharma S, Ventura A, et al. Evaluation of wound closure in oblique 23-gauge sutureless sclerotomies with Visante optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol.* 2009; 147: 101-107.
311. Sisk RA, Murray TG. Combined phacoemulsification and sutureless 23-gauge pars plana vitrectomy for complex vitreoretinal disease. *Br J Ophthalmol.* 2010; 94: 1028-1032.
312. Papatheofanis FJ, Barmada R. The principles and applications of surgical adhesives. *Surg Annu.* 1993; 25: 49-81.

313. Atrah HI. Fibrin glue. *Br Med J*. 1994; 308: 933-934.
314. Rizzo S, Genovesi-Ebert F, Vento A, et al. Modified incision in 25-gauge vitrectomy in the creation of a tunneled airtight sclerotomy: an ultrabiomicroscopic study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2007; 245: 1281–1288.
315. Lopez-Guajardo L, Vleming-Pinilla E, Pareja-Esteban J, et al. Ultrasound biomicroscopy study of direct and oblique 25-gauge vitrectomy sclerotomies. *Am J Ophthalmol*. 2007; 143: 881–883.
316. Topiwala P, Bansal RK. Comparative evaluation of cyanoacrylate and fibrin glue for muscle recession in strabismus surgery. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 2014; 51(6): 349-54.
317. Rosenberg CS. Wound healing in the patient with diabetes mellitus. *Nurs Clin North Am*. 1990; 25(1): 247-61.
318. Benitez-Herreros J, Lopez-Guajardo L, Camara-Gonzalez C, et al. Association between macular perfusion and photoreceptor layer status in diabetic macular edema. *Retina*. 2015; 35(2): 288-93
319. Taban M<sup>1</sup>, Ventura AA, Sharma S, et al. Dynamic evaluation of sutureless vitrectomy wounds: an optical coherence tomography and histopathology study. *Ophthalmology*. 2008; 115(12):2221-8.
320. Bhende M, Agraharam SG, Gopal L, et al. Ultrasound biomicroscopy of sclerotomy sites after pars plana vitrectomy for diabetic vitreous hemorrhage. *Ophthalmology*. 2000; 107(9): 1729-36.
321. Hsu J, Chen E, Gupta O, et al. Hypotony after 25-gauge vitrectomy using oblique versus direct cannula insertions in fluid-filled eyes. *Retina*. 2008; 28(7): 937-940.