



UNIVERSIDAD DE ALCALÁ.  
FACULTAD DE MEDICINA.  
DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA,  
CIENCIAS MÉDICAS Y SOCIALES.

**ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE  
DIVERSOS FACTORES SOBRE LA  
CAPACIDAD DE CIERRE DE LAS  
ESCLEROTOMÍAS SIN SUTURA EN  
VITRECTOMÍA MICROINCISIONAL.  
COMPARACIÓN DE DISTINTOS MÉTODOS  
DE VISUALIZACIÓN**

---

**TESIS DOCTORAL**

**Aurora Pérez Crespo**

2013



UNIVERSIDAD DE ALCALÁ.  
FACULTAD DE MEDICINA.  
DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA,  
CIENCIAS MÉDICAS Y SOCIALES.

**ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE  
DIVERSOS FACTORES SOBRE LA  
CAPACIDAD DE CIERRE DE LAS  
ESCLEROTOMÍAS SIN SUTURA EN  
VITRECTOMÍA MICROINCISIONAL.  
COMPARACIÓN DE DISTINTOS MÉTODOS  
DE VISUALIZACIÓN**

---

TESIS DOCTORAL

**Aurora Pérez Crespo**

DIRECTORES

**Dr. Javier Benítez Herreros**

**Dr. Lorenzo López Guajardo**

**Dra. María Cristina Cámara González**

2013

**D. JAVIER BENÍTEZ HERREROS**, Doctor en Medicina por la Universidad de Alcalá,

**D. LORENZO LÓPEZ GUAJARDO**, Profesor Asociado del área de Oftalmología en el Departamento de Cirugía, Ciencias Médicas y Sociales, de la Universidad de Alcalá,

Y

**Dña. MARÍA CRISTINA CÁMARA GONZÁLEZ**, Doctora en Medicina por la Universidad de Alcalá,

Como directores de la presente Tesis Doctoral

#### **CERTIFICAN**

Que el trabajo titulado “ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE DIVERSOS FACTORES SOBRE LA CAPACIDAD DE CIERRE DE LAS ESCLEROTOMÍAS SIN SUTURA EN VITRECTOMÍA MICROINCISIONAL. COMPARACIÓN DE DISTINTOS MÉTODOS DE VISUALIZACIÓN” realizado por **Dña. Aurora Pérez Crespo** reúne los requisitos metodológicos y valor científico adecuados como para ser presentado y defendido para optar al grado de Doctor por la Universidad de Alcalá.

Y para que así conste, se expide el presente certificado en Alcalá de Henares, a dieciocho de junio de dos mil trece.

**D. FERNANDO NOGUERALES FRAGUAS**, Catedrático de Cirugía y Director del Departamento de Cirugía, Ciencias Médicas y Sociales de la Universidad de Alcalá,

### **CERTIFICA**

Que el trabajo presentado por **Dña. Aurora Pérez Crespo** titulado “ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE DIVERSOS FACTORES SOBRE LA CAPACIDAD DE CIERRE DE LAS ESCLEROTOMÍAS SIN SUTURA EN VITRECTOMÍA MICROINCISIONAL. COMPARACIÓN DE DISTINTOS MÉTODOS DE VISUALIZACIÓN” ha sido realizado en el Departamento de Cirugía y reúne los requisitos científicos de originalidad y rigor metodológicos suficientes para poder ser presentado como tesis doctoral ante el tribunal que corresponda.

Y para que así conste, se expide el presente certificado en Alcalá de Henares, a dieciocho de junio de dos mil trece.

*A mis padres, porque todo se lo debo a ellos.*

*A mis hermanos, por ser maravillosos.*

*A José María, por quererme tanto.*

## AGRADECIMIENTOS

---

*Al Dr. Javier Benítez Herreros, por su inestimable ayuda en todo momento, por su paciencia y dedicación. Su sabiduría en la orientación del estudio, su gran capacidad de trabajo y su brillante apoyo científico han sido fundamentales para que este proyecto saliera adelante.*

*Al Dr. Lorenzo López Guajardo, por la confianza depositada en mí, por su constante apoyo y estímulo en todas las fases de este trabajo. Por despertar en mí el interés por la investigación.*

*A la Dra. María Cristina Cámara González, por su valiosa cooperación y asesoramiento. Por sus consejos, ánimos, entrega y generosidad.*

*Al profesor Agustín Silva Mato, por ofrecerme tan apreciada ayuda en el análisis estadístico de los datos recogidos.*

*A todos mis compañeros del Hospital Príncipe de Asturias que han contribuido, y todavía siguen haciéndolo, a mi formación como oftalmóloga.*

*A mis compañeros residentes. A aquellos que me enseñaron y acogieron cuando empecé, y a los que se han ido incorporando después. Ha sido un honor compartir con vosotros tantas experiencias, tanto profesionales como personales, en estos años de residencia.*

*A mis padres, por educarme, quererme y apoyarme siempre. Por los valores que me habéis inculcado.*

*A mis hermanos, por enseñarme a compartir, perdonar, agradecer y querer. Por crecer conmigo.*

*A José María, por tu cariño y apoyo incondicionales. Por tu comprensión y entrega en el día a día. Por hacer tuyas mis ilusiones.*

*A mis amigos, por sus constantes ánimos.*

*A mi familia, porque siempre puedo contar con ellos.*

## MÉRITOS RELACIONADOS CON LA PRESENTE TESIS DOCTORAL

---

### **Publicaciones científicas realizadas a partir de la presente tesis doctoral:**

- Benítez-Herreros J, López-Guajardo L, Cámara-González C, Pérez-Crespo A, Silva-Mato A, Álvaro-Meca A, Teus MA. Influence of incisional vitreous incarceration in sclerotomy closure competency after transconjunctival sutureless vitrectomy. **Invest Ophthalmol Vis Sci.** 2013; 54(6): 4366-71.
- Benítez-Herreros J, López-Guajardo L, Cámara-González C, Pérez-Crespo A, Silva-Mato A, Álvaro-Meca A, Teus MA. Evaluation of conjunctival bleb detection after vitrectomy by ultrasound biomicroscopy, optical coherence tomography and direct visualization. **Curr Eye Res.** 2013.

**La presente tesis doctoral es la continuación de una línea de investigación iniciada hace varios años, que ha permitido el desarrollo de los siguientes trabajos previos:**

- ***Tesis doctorales previas:***
  - **Estudio experimental de la resistencia mecánica de las esclerotomías sin sutura en vitrectomía microincisional.** Doctorando: Javier Benítez Herreros. Directores: Lorenzo López Guajardo, Miguel Ángel Teus Guezala. **Calificación: Sobresaliente Cum Laude; Premio Extraordinario de Doctorado.** Abril 2011.
  - **Estudio experimental sobre técnica de disminución de incarceration vítrea en esclerotomías de vitrectomía microincisional. Comparación de distintos métodos de visualización.** Doctoranda: María Cristina Cámara González. Directores: Lorenzo López Guajardo, Javier Benítez Herreros. **Calificación: Sobresaliente Cum Laude.** Julio 2012.

- **Publicaciones científicas previas:**

- López-Guajardo L, Benítez-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(7): 4080-4.
- Benítez-Herreros J, López-Guajardo L, Cámara-González C, Silva-Mato A. Influence of the sclerotomy use on mechanical incisión competency in experimental model of vitrectomized eyes. **Curr Eye Res.** 2012; 37(2): 120-3.
- López-Guajardo L, Benítez-Herreros J. Vitreous incarceration in sclerotomies. **Ophthalmology** 2012; 119(1): 204-5.
- Benítez-Herreros J, López-Guajardo L, Cámara-González C, Silva-Mato A. Effect of interposition maneuver during cannula removal on vitreous incarceration rate in vitrectomized eyes measured by ultrasound biomicroscopy. **Curr Eye Res.** 2012; 37(9): 809-12.
- López-Guajardo L, Benítez-Herreros J, Cámara-González C, Silva-Mato A. Assessment of vitreous incarceration in sclerotomies with optical coherence tomography, ultrasound biomicroscopy and direct visualization. **Ophthalmic Surg Lasers Imaging** 2012; 43(6 Suppl): S117-S122.
- Benítez-Herreros J, López-Guajardo L, Cámara-González C, Silva-Mato A. Influence of the interposition of a non-hollow probe during cannula extraction on sclerotomy vitreous incarceration in sutureless vitrectomy. **Invest Ophthalmol Vis Sci.** 2012; 53(11): 7322-6.
- Benítez-Herreros J, López-Guajardo L, Cámara-González C, Pérez-Crespo A, Silva-Mato A, Teus-Guezala M. Influence of the sclerotomy use on vitreous incarceration in an experimental model of vitrectomized eye. **Clin Ophthalmol.** 2013; 7:1471-76.



## SUMMARY

---

**BACKGROUND:** During the last decade, 23-gauge transconjunctival sutureless vitrectomy (TSV) has gained popularity and acceptance. In contrast to conventional 20-gauge sclerotomies, TSV allows minimally invasive vitreoretinal surgery using smaller sutureless incisions, as compared with conventional pars plana vitrectomy; however, they have been related to higher rates of endophthalmitis and hypotony, due to the occasional lack of incisional closure. Recently, some authors have studied the conjunctival bleb formation over sutureless sclerotomies after vitrectomy, resulting from sclerotomy occlusion incompetency. These studies have identified parameters related to the sclerotomy architecture and the surgery as factors involved in the postoperative sclerotomy leakage. However, other factors may influence on the sclerotomy closure competency, such as the presence of vitreous incarceration, which may work as an incisional plug. In our study, we evaluated the influence that the presence of vitreous incarceration may exert on incisional closure competency after vitrectomy. We also compared ultrasound biomicroscopy (UBM), anterior-segment optical coherence tomography (AS-OCT) and slit-lamp visualization for detecting conjunctival blebs in sutureless sclerotomies after vitrectomy. Due to the invasive nature of our procedure, we used an experimental animal model.

**MATERIAL AND METHODS:** Experimental study in which 23-gauge TSV was performed in 146 cadaveric pig eyes. Postoperative conjunctival blebs and incisional vitreous entrapment in superior sclerotomies were assessed by AS-OCT, UBM and slit-lamp in a masked fashion. Non-detectable blebs were classified as grade 0, thin blebs as grade 1 and thick blebs as grade 2. No incarceration was classified as grade 0, thin incarceration as grade 1 and thick incarceration as grade 2.

**CONCLUSION:** Vitreous incarceration in sclerotomies is related to less incisional leakage in our experimental model. Maneuvers that reduce vitreous entrapment, such as the interposition of a non-hollow probe during the cannula extraction, could decrease the sclerotomy closure competency. On the other hand, AS-OCT is the most sensitive technique for detecting subclinical blebs (grade 1) and thus, it may be useful in research for studying the influence that surgical factors and maneuvers may exert on sclerotomy closure capacity after vitrectomy. Direct visualization, that is used in routine clinical practice to determine which sclerotomies should be sutured, is useful only to identify thick blebs (grade 2) after vitrectomy.

# ÍNDICE

---

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>I. 1. ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA DE LA RETINA Y EL VÍTREO .....</b>	<b>15</b>
I. 1. 1. LA RETINA .....	15
I. 1. 2. EL VITREO .....	17
<b>I. 2. VITRECTOMIA VIA PARS PLANA.....</b>	<b>18</b>
I. 2. 1. APROXIMACIÓN HISTÓRICA .....	18
I. 2. 1. 1. NACIMIENTO DE LA VITRECTOMÍA .....	18
I. 2. 1. 2. DESARROLLO DE ESCLEROTOMÍA TUNELIZADA .....	19
I. 2. 1. 3. ESCLEROTOMÍAS MICROINCISIONALES .....	20
I. 2. 2. FUNCIONES DEL APARATO DE VITRECTOMÍA .....	22
I. 2. 2. 1. FLUJO DE INFUSIÓN .....	22
I. 2. 2. 2. CORTE Y ASPIRACIÓN .....	22
I. 2. 2. 3. ILUMINACIÓN.....	23
I. 2. 2. 4. OTRAS FUNCIONES.....	23
I. 2. 3. TÉCNICA QUIRÚRGICA PASO A PASO .....	24
I. 2. 3. 1. ANESTESIA.....	24
I. 2. 3. 2. ACCESO POR VÍA PARS PLANA .....	24
I. 2. 3. 3. ESCLEROTOMÍAS .....	24
I. 2. 3. 4. VITRECTOMÍA CENTRAL .....	26
I. 2. 3. 5. VITRECTOMÍA PERIFÉRICA .....	28
I. 2. 3. 6. TIEMPOS QUIRÚRGICOS ADICIONALES .....	29
I. 2. 3. 7. USO DE TAMPONAMIENTO PROLONGADO .....	29
I. 2. 3. 8. RETIRADA DE CÁNULAS Y CIERRE ESCLEROTOMÍAS .....	30
I. 2. 4. INDICACIONES DE VITRECTOMÍA PARS PLANA .....	31
I. 2. 4. 1. PATOLOGÍAS RETINIANAS .....	31
I. 2. 4. 2. PATOLOGÍAS VITREAS .....	32
I. 2. 4. 3. GLAUCOMA .....	32
I. 2. 4. 4. OTRAS INDICACIONES .....	32
I. 2. 5. COMPLICACIONES EN VITRECTOMÍA PARS PLANA .....	33
I. 2. 5. 1. COMPLICACIONES INTRAOPERATORIAS .....	33
I. 2. 5. 2. COMPLICACIONES POSTOPERATORIAS .....	34
<b>I. 3. BIOMICROSCOPIA ULTRASÓNICA .....</b>	<b>37</b>
I. 3. 1. APROXIMACIÓN HISTÓRICA .....	37
I. 3. 2. EXPLORACIÓN MEDIANTE BMU .....	38
I. 3. 2. 1. EXPLORACIÓN BÁSICA.....	38
I. 3. 2. 2. UBM-840 ZEISS-HUMPHREY .....	40
I. 3. 2. 2. 1. PARÁMETROS .....	40
I. 3. 2. 2. 2. CONCEPTOS BÁSICOS.....	42
I. 3. 2. 2. 3. REALIZACIÓN DE MEDIDAS .....	43
I. 3. 2. 2. 4. EXPLORACIÓN DINÁMICA .....	44
I. 3. 3. APLICACIONES CLÍNICAS DE LA BMU.....	44

<b>I. 4. TOMOGRAFÍA DE COHERENCIA ÓPTICA .....</b>	<b>54</b>
I. 4. 1. FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA OCT .....	54
I. 4. 2. ADQUISICIÓN DE IMÁGENES CON AS-OCT .....	55
I. 4. 2. 1. TEST PARA SEGMENTO ANTERIOR .....	56
I. 4. 2. 2. MAPA PAQUIMÉTRICO .....	56
I. 4. 2. 3. TEST CORNEAL.....	56
I. 4. 2. 4. TEST SIN PROCESADO O “RAW TEST” .....	57
I. 4. 3. APLICACIONES CLÍNICAS DEL OCT VISANTE .....	57
 <b>II. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS DE TRABAJO .....</b>	<b>62</b>
<b>II. 1. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO .....</b>	<b>63</b>
<b>II. 2. HIPÓTESIS DEL TRABAJO .....</b>	<b>64</b>
 <b>III. OBJETIVOS.....</b>	<b>65</b>
 <b>IV. MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>67</b>
<b>IV. 1. MATERIAL .....</b>	<b>68</b>
IV. 1. 1. OJOS DE CERDO. MUESTRA DEL ESTUDIO .....	68
IV. 1. 2. MATERIAL QUIRÚRGICO .....	70
<b>IV. 2. MÉTODOS .....</b>	<b>72</b>
IV. 2. 1. TÉCNICA QUIRÚRGICA.....	72
IV. 2. 1. 1. PREPARACIÓN A LA VITRECTOMÍA .....	72
IV. 2. 1. 2. ACCESO POR VÍA <i>PARS PLANA</i> .....	74
IV. 2. 1. 3. VITRECTOMÍA POR VÍA <i>PARS PLANA</i> .....	79
IV. 2. 1. 4. INTRODUCCIÓN DE TRIAMCINOLONA ACETÓNIDO 40 MG/ML (TRIGON DEPOT®) .....	81
IV. 2. 1. 5. RETIRADA DE CÁNULAS .....	81
IV. 2. 1. 6. ESTUDIO DE LAS ESCLEROTOMÍAS.....	85
IV. 2. 1. 6. 1. EXPLORACIÓN EXTERNA MEDIANTE MICROSCOPIO QUIRÚRGICO.....	85
IV. 2. 1. 6. 2. ESTUDIO MEDIANTE OCT ANTERIOR.....	87
IV. 2. 1. 6. 3. ESTUDIO MEDIANTE BMU .....	91
IV. 2. 1. 6. 4. EXPLORACIÓN INTERNA MEDIANTE BIOMICROSCOPIA ANTERIOR .....	95
IV. 2. 2. VARIABLES ESTUDIADAS .....	98
IV. 2. 3. MÉTODO ESTADÍSTICO.....	99

**V. RESULTADOS .....101**

**V. 1. ESTUDIO DESCRIPTIVO.....102**

V. 1. 1. POBLACIÓN INCLUIDA EN EL ESTUDIO..... 102

V. 1. 2. ESCLEROTOMÍAS QUE MUESTRAN AMPOLLAS CONJUNTIVALES, EN FUNCIÓN DEL MÉTODO DE EXPLORACIÓN EMPLEADO ..... 104

    V. 1. 2. 1. PROPORCIÓN DE ESCLEROTOMÍAS QUE MUESTRAN AMPOLLAS CONJUNTIVALES (G0 vs G1+G2), UTILIZANDO LOS DIFERENTES MÉTODOS DE VISUALIZACIÓN ..... 104

    V. 1. 2. 2. GRADO DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADO EN LAS ESCLEROTOMÍAS (G0, G1 ó G2), UTILIZANDO LOS DIFERENTES MÉTODOS DE VISUALIZACIÓN..... 107

V. 1. 3. ESCLEROTOMÍAS QUE MUESTRAN AMPOLLAS CONJUNTIVALES, EN FUNCIÓN DE LA TÉCNICA DE EXTRACCIÓN CANULAR EMPLEADA ..... 110

    V. 1. 3. 1. PROPORCIÓN DE ESCLEROTOMÍAS QUE MUESTRAN AMPOLLAS CONJUNTIVALES (G0 vs G1+G2), EN FUNCIÓN DE LA TÉCNICA DE EXTRACCIÓN CANULAR EMPLEADA..... 110

    V. 1. 3. 2. GRADO DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADO EN LAS ESCLEROTOMÍAS (G0, G1 ó G2), EN FUNCIÓN DE LA TÉCNICA DE EXTRACCIÓN CANULAR EMPLEADA ..... 113

V. 1. 4. RELACIÓN EXISTENTE ENTRE LA PRESENCIA DE AMPOLLA CONJUNTIVAL Y LA DE INCARCERACIÓN VÍTREA INCISIONAL ..... 116

    V. 1. 4. 1. PROPORCIÓN DE ESCLEROTOMÍAS QUE MUESTRAN AMPOLLAS CONJUNTIVALES (G0 vs G1+G2), EN FUNCIÓN DE LA PRESENCIA DE INCARCERACIÓN VÍTREA..... 116

    V. 1. 4. 2. GRADO DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS EN LAS ESCLEROTOMÍAS (G0, G1 ó G2), EN FUNCIÓN DEL GRADO DE INCARCERACIÓN VÍTREA INCISIONAL PRESENTE ..... 119

V. 1. 5. ESCLEROTOMÍAS QUE MUESTRAN AMPOLLAS CONJUNTIVALES, EN FUNCIÓN DEL USO AL QUE ESTAS SE HAYAN DESTINADO (SONDA DEL VITRECTOMO/SONDA DE ILUMINACIÓN) ..... 122

    V. 1. 5. 1. PROPORCIÓN DE ESCLEROTOMÍAS QUE MUESTRAN AMPOLLAS CONJUNTIVALES (G0 vs G1+G2), EN FUNCIÓN DEL USO AL QUE ESTAS SE HAYAN DESTINADO ..... 122

    V. 1. 5. 2. GRADO DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADO EN LAS ESCLEROTOMÍAS (G0, G1 ó G2), EN FUNCIÓN DEL USO AL QUE ESTAS SE HAYAN DESTINADO ..... 125

**V. 2. ESTUDIO ANALÍTICO .....128**

V. 2. 1. ANÁLISIS DE LAS AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS EN FUNCIÓN DEL MÉTODO DE EXPLORACIÓN EMPLEADO..... 128

    V. 2. 1. 1. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA TASA DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS, EN FUNCIÓN DEL MÉTODO DE EXPLORACIÓN EMPLEADO (G0 vs G1+G2) ..... 128

    V. 2. 1. 2. ANÁLISIS COMPARATIVO DEL GRADO DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS, EN FUNCIÓN DEL MÉTODO DE EXPLORACIÓN EMPLEADO (G0, G1 ó G2) ..... 130

V. 2. 2. ANÁLISIS DE LAS AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS EN FUNCIÓN DE LA TÉCNICA DE EXTRACCIÓN CANULAR EMPLEADA..... 132

    V. 2. 2. 1. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA TASA DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS, EN FUNCIÓN DE LA TÉCNICA DE EXTRACCIÓN CANULAR EMPLEADA (G0 vs G1+G2) ..... 132

    V. 2. 2. 2. ANÁLISIS COMPARATIVO DEL GRADO DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS, EN FUNCIÓN DE LA TÉCNICA DE EXTRACCIÓN CANULAR EMPLEADA (G0, G1 ó G2) ..... 134

V. 2. 3. ANÁLISIS DE LAS AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS EN FUNCIÓN DE LA INCARCERACIÓN VÍTREA INCISIONAL PRESENTE..... 136

    V. 2. 3. 1. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA TASA DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS, EN FUNCIÓN DE LA INCARCERACIÓN VÍTREA INCISIONAL PRESENTE (G0 vs G1+G2) ..... 136

    V. 2. 3. 2. ANÁLISIS COMPARATIVO DEL GRADO DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS, EN FUNCIÓN DE LA INCARCERACIÓN VÍTREA INCISIONAL PRESENTE (G0, G1 ó G2)..... 138

V. 2. 4. ANÁLISIS DE LAS AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS EN FUNCIÓN DEL USO AL QUE SE HAYA DESTINADO LA ESCLEROTOMÍA (SONDA DEL VITRECTOMO/SONDA DE ILUMINACIÓN).....	141
V. 2. 4. 1. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA TASA DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS, EN FUNCIÓN DEL USO AL QUE SE HAYA DESTINADO LA ESCLEROTOMÍA ( <i>G0 vs G1+G2</i> ).....	141
V. 2. 4. 2. ANÁLISIS COMPARATIVO DEL GRADO DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS, EN FUNCIÓN DEL USO AL QUE SE HAYA DESTINADO LA ESCLEROTOMÍA ( <i>G0, G1 ó G2</i> ) .....	143
<b>VI. DISCUSIÓN .....</b>	<b>145</b>
<b>VI. 1. DISCUSIÓN SOBRE EL MODELO EXPERIMENTAL EMPLEADO .....</b>	<b>146</b>
<b>VI. 2. DISCUSIÓN SOBRE LAS DIFERENTES TÉCNICAS DE VISUALIZACIÓN DE AMPOLLA CONJUNTIVAL.....</b>	<b>149</b>
VI. 2. 1. EXPLORACIÓN DE LA PRESENCIA DE AMPOLLA CONJUNTIVAL ADYACENTE A ESCLEROTOMÍAS MEDIANTE OCT.....	149
VI. 2. 2. EXPLORACIÓN DE LA PRESENCIA DE AMPOLLA CONJUNTIVAL ADYACENTE A ESCLEROTOMÍAS MEDIANTE BMU.....	150
VI. 2. 3. EXPLORACIÓN DE LA PRESENCIA DE AMPOLLA CONJUNTIVAL ADYACENTE A ESCLEROTOMÍAS MEDIANTE VISUALIZACIÓN DIRECTA.....	152
VI. 2. 4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA TASA DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADA MEDIANTE OCT, BMU Y VISUALIZACIÓN DIRECTA.....	154
<b>VI. 3. DISCUSIÓN SOBRE LA PRESENCIA DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES ADYACENTES A LAS ESCLEROTOMÍAS EN FUNCIÓN DE LA TÉCNICA DE EXTRACCIÓN CANULAR EMPLEADA .....</b>	<b>159</b>
VI. 3. 1. EXPLORACIÓN DE LA PRESENCIA DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADA EN ESCLEROTOMÍAS CUYAS CÁNULAS FUERON EXTRAÍDAS CON LA SONDA DE LUZ INSERTADA .....	159
VI. 3. 2. EXPLORACIÓN DE LA PRESENCIA DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADA EN ESCLEROTOMÍAS CUYAS CÁNULAS FUERON EXTRAÍDAS CON EL TAPÓN CANULAR INSERTADO .....	160
VI. 3. 3. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA PRESENCIA DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADA EN ESCLEROTOMÍAS CUYAS CÁNULAS FUERON EXTRAÍDAS CON LA SONDA DE LUZ O CON EL TAPÓN CANULAR INSERTADO.....	161
<b>VI. 4. DISCUSIÓN SOBRE LA PRESENCIA DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES ADYACENTES A LAS ESCLEROTOMÍAS Y LA DE INCARCERACIÓN VÍTREA INCISIONAL.....</b>	<b>164</b>
<b>VI. 5. DISCUSIÓN SOBRE LA PRESENCIA DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES ADYACENTES A LAS ESCLEROTOMÍAS EN FUNCIÓN DE SU USO .....</b>	<b>166</b>
<b>VII. CONCLUSIONES .....</b>	<b>169</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>171</b>

# I. INTRODUCCIÓN

---

## **I. 1. ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DE LA RETINA Y EL VÍTREO**

---

### **I. 1. 1. LA RETINA**

La retina se desarrolla a partir de la copa óptica. De esta aparecerá una capa externa que dará lugar al epitelio pigmentario, y una capa interna, precursora de la retina neurosensorial. En un corte transversal, desde la retina interna hasta la externa, distinguimos las siguientes capas:<sup>1</sup>

- Membrana limitante interna.
- Capa de fibras nerviosas (axones de las células ganglionares).
- Capa de células ganglionares
- Capa plexiforme interna (sinapsis entre las células ganglionares y bipolares)
- Capa nuclear interna (núcleos de las células bipolares)
- Capa plexiforme externa (sinapsis entre células bipolares y fotorreceptores)
- Capa nuclear externa (núcleos de los fotorreceptores).
- Membrana limitante externa.
- Segmentos interno y externo de bastones y conos.
- Epitelio pigmentario retiniano y su membrana basal.

La superficie externa de la retina contacta con la coroides, y la interna con el humor vítreo. La retina disminuye su grosor en sentido anterior, uniéndose por un

rebordo indentado conocido como ora serrata al cuerpo ciliar. El tercio externo de la retina recibe el aporte sanguíneo de la circulación coroidea, mientras los dos tercios internos lo hacen de la arteria central de la retina.

En el procesamiento visual están implicadas diferentes neuronas de la retina neurosensorial. Entre las neuronas aferentes se encuentran los fotorreceptores, las células bipolares y las células ganglionares (cuyos axones amielínicos forman la capa de fibras nerviosas de la retina, que se unirán para formar el nervio óptico en la papila<sup>1</sup>); entre las eferentes señalamos las células interplexiformes (amacrinas modificadas) y las células biplexiformes (ganglionares modificadas). Por último, se consideran interneuronas las células horizontales y las células amacrinas.

Los fotorreceptores, conos y bastones, contienen fotopigmentos sensibles a la luz. El proceso de fototransducción origina cambios químicos en estos pigmentos que producen la entrada masiva de iones de calcio que despolarizan el fotorreceptor. Se origina así una corriente eléctrica que se transmite mediante uniones sinápticas a las células bipolares y de estas a las células ganglionares.

El epitelio pigmentario está formado por una capa simple de células hexagonales polarizadas en contacto con los fotorreceptores en su superficie apical y con la membrana de Bruch en la basal. Están unidas entre sí, formando la barrera hematorretiniana externa, bloqueando el paso de agua e iones. Su citoplasma tiene abundantes gránulos de melanina y cuerpos residuales (restos de material fagocitado). Estas células cumplen las funciones de absorber las radiaciones luminosas, aportar adherencia de la retina, proporcionar el intercambio metabólico entre coriocapilar y neuroepitelio, y contribuir a la renovación constante de los segmentos externos de los fotorreceptores.



## **I. 1. 2. EL VITREO**

El vítreo es un gel transparente que ocupa la totalidad del espacio comprendido entre la superficie interna de la retina, la cara posterior del cristalino y el cuerpo ciliar, denominado cavidad vítrea. Representa las cuatro quintas partes del volumen ocular (aproximadamente 4 ml)

Dentro del vítreo, distinguimos tres partes: La hialoides y el córtex en la periferia, y el vítreo central que posee menor densidad. Se encuentra adherido a la periferia de la retina en la base del vítreo, (2 mm por delante de la ora serrata, hasta 4 mm por detrás). También presenta adhesiones al borde de la papila óptica, a la región perimacular, a los vasos retinianos y a la cápsula posterior del cristalino.

El vítreo es avascular. Se compone por agua en un 98%, formando una malla de colágeno en la que se intercalan moléculas de hialuronato (que confieren viscosidad y estabilidad a la malla de colágeno), proteínas solubles en un 0,15% y el resto por iones y solutos de bajo peso molecular.

## **I. 2. VITRECTOMIA VIA PARS PLANA**

---

### **I. 2. 1. APROXIMACIÓN HISTÓRICA**

#### **I. 2. 1. 1. NACIMIENTO DE LA VITRECTOMÍA**

Fue Robert Machemer en 1972 quien revolucionó la cirugía de retina, ideando una nueva técnica: la vitrectomía.<sup>2</sup> Diseñó un dispositivo, conocido como *VISC* que, introducido a través de una incisión escleral de 2 mm en *pars plana*, permitía succionar y cortar el vítreo, infundiendo a su vez solución salina. El extremo del terminal consistía en un pequeño tubo rotador interno contenido en un tubo externo que presentaba un orificio en la punta. El tubo interno aspiraba el vítreo, que a su vez era cortado por la rotación de dicho tubo sobre el orificio del tubo externo. La succión se obtenía manualmente, a través de una jeringuilla conectada al *VISC*. El líquido de infusión pasaba a través del tubo externo.

En los años siguientes, aparecieron nuevos diseños de sondas de vitrectomía: Peyman construyó el *Vitrophage*, un vitreotomo a motor con función de aspiración y corte que contaba con un orificio de infusión en la punta, a 180° de la abertura de aspiración.<sup>3</sup> Poco después, Kreiger y Straatsma<sup>4</sup> diseñaron un terminal que constaba de dos tubos concéntricos; el tubo interno aspiraba el vítreo a través de un orificio lateral cuando estaba en posición inferior, y cortaba el vítreo cuando pasaba a posición superior.

En 1974, O'Malley y Heintz<sup>5</sup> introdujeron la vitrectomía 20-gauge, de menor calibre que la anterior. Además, describieron la entrada al ojo por medio de 3 esclerotomías lineales de 1,4 mm: Una temporal inferior, a través de la cual se introducía la infusión, y otras dos en los cuadrantes nasal superior y temporal superior, para el paso del vitreotomo y la sonda de iluminación. Al finalizar la

vitrectomía, cada una de las entradas se suturaba con hilo reabsorbible. Este fue el inicio de la vitrectomía bimanual, que permitió el manejo simultáneo e independiente de dos sondas introducidas en el interior del ojo.

## **I. 2. 1. 2. DESARROLLO DE ESCLEROTOMÍA TUNELIZADA**

A principios de los años 90, la incisión corneal valvulada en la cirugía de catarata permitió el autosellado de la incisión sin necesidad de suturas, mediante un mecanismo de aposición de los labios de la herida favorecido por la presión intraocular. Este elemento supuso un importante avance quirúrgico, ya que eliminó el astigmatismo inducido por la sutura, además de acelerar la recuperación al eliminar la posible reacción inflamatoria a elementos extraños en el tejido. Chen,<sup>6</sup> en 1996, trasladó esta técnica a las incisiones esclerales practicadas en vitrectomía describiendo la práctica de esclerotomías tunelizadas con capacidad de autosellado, que no requerían por tanto de sutura al finalizar la vitrectomía 20-gauge. Para ello, una vez realizada la peritomía conjuntival, practicaba, a 6 mm del limbo corneoescleral, una incisión hasta la mitad del espesor escleral, de 2 mm de longitud, que finalizaba a nivel de la *pars plana*, a 4 mm del limbo. A continuación, levantaba el tapete escleral creado e introducía un bisturí microvitreo-retiniano hacia la cavidad vítrea. Esta técnica disminuyó los tiempos quirúrgicos y redujo la irritación conjuntival secundaria a la sutura, al actuar ésta como cuerpo extraño. Además, gracias a la construcción de las incisiones, al extraer los instrumentos quirúrgicos no se apreciaban cambios bruscos en la presión intraocular por salida de líquido, de manera que disminuía el riesgo de sangrado intraocular. Por último, disminuía el riesgo de herniación de tejido retiniano a través de las esclerotomías.

En 1999, Kwok<sup>7</sup> describió una variación de la técnica anterior, creando en un primer momento un túnel escleral mediante una incisión de 2 a 3 mm, paralela al

limbo esclerocorneal, a nivel de la *pars plana*. Para perforar la esclera, utilizaba una aguja 20-gauge en lugar del bisturí, evitando así lesionar el tapete escleral. Finalmente, fijaba la cánula de infusión a la esclera mediante un punto de sutura. De esta manera, afrontaba dos limitaciones que presentaba la técnica de Chen: Disminuía la dificultad de realizar las incisiones en ojos con hendidura palpebral pequeña, ya que situaba las entradas a 4 mm del limbo esclerocorneal, en lugar de a 6 mm y además, reducía el riesgo de lesión del cristalino por la punta de la infusión, ya que esta se inclinaba paralela al limbo, en lugar de anteriormente, debido a la dirección del flap escleral.

### **I. 2. 1. 3. ESCLEROTOMÍAS MICROINCISIONALES**

En el año 2002, Fujii<sup>8,9</sup> introdujo la vitrectomía mediante esclerotomías transconjuntivales de 25-gauge, sin necesidad de sutura. Para ello, atravesaba conjuntiva y esclera a nivel de la *pars plana*, desplazando ligeramente la conjuntiva para romper el alineamiento de las entradas escleral y conjuntival, mediante una incisión perpendicular a la superficie ocular, usando un trócar con punta biselada, por la cual se introducían a cavidad vítrea los instrumentos empleados para la vitrectomía. Una vez finalizada la cirugía, se extraían las microcánulas y las esclerotomías cerraban sin necesidad de sutura. Otras ventajas que aportaban las microcánulas eran: eliminar la necesidad de realizar la peritomía conjuntival, posibilitar el intercambio de instrumentos entre las vías de entrada y proteger la base del vítreo. De esta forma, se reducía el tiempo requerido para la apertura y cierre de las esclerotomías, disminuía el trauma quirúrgico y se lograba una recuperación postoperatoria más rápida. Esta técnica encontró una rápida aceptación. No obstante, el sistema 25-gauge presentaba tasas de aspiración, de infusión y de corte menores que las de los sistemas convencionales 20-gauge. Además, la flexibilidad de sus instrumentos dificultaba la manipulación del ojo.

Con la intención de salvar las desventajas presentadas por la vitrectomía 25-gauge, Eckardt<sup>10</sup> introdujo el sistema 23-gauge en el año 2005. Este ofrecía las ventajas de la vitrectomía descrita por Fujii, ya que se trataba de un procedimiento poco invasivo, además de los beneficios secundarios al uso de instrumental más largo y estable. Al igual que Fujii, utilizaba microcánulas, pero en este caso de 23-gauge. En un intento por mejorar la capacidad de cierre de las esclerotomías sin sutura, el autor describió la práctica de incisiones esclerales anguladas. Para ello en primer lugar, desplazaba la conjuntiva lateralmente 1 ó 2 mm y, con un bisturí de 23-gauge, realizaba cada una de las esclerotomías atravesando conjuntiva, esclera y *pars plana*. Las incisiones no eran directas, sino que los trayectos describían un ángulo de entrada de 30 a 40° con la esclera, paralelamente al limbo corneoescleral. A continuación, con ayuda de una guía, insertaba la microcánula a través de las incisiones conjuntival y escleral. Al término de las cirugías, y una vez retiradas las microcánulas, las incisiones quedaban cerradas sin necesidad de sutura.

Más tarde, otros autores describieron también la creación de incisiones oblicuas 25-gauge.<sup>11,12</sup> La práctica de esclerotomías oblicuas ha ido imponiéndose sobre la creación de incisiones directas en vitrectomía, dada la mayor capacidad de cierre que estas presentan y por tanto, la menor necesidad de sutura y el menor riesgo de hipotonía que conllevan.<sup>11,13,14</sup>

Como hemos podido apreciar, la cirugía vítreo-retiniana ha experimentado un gran desarrollo en los últimos tiempos. Sin embargo, se trata de un campo en constante desarrollo, que seguirá evolucionando hacia la consecución de una técnica más segura y eficaz a la hora de hacer frente a los diferentes retos que se vayan presentando.

## **I. 2. 2. FUNCIONES DEL APARATO DE VITRECTOMÍA**

A la hora de realizar una vitrectomía son necesarias diferentes funciones que a continuación vamos a detallar:

### **I. 2. 2. 1. FLUJO DE INFUSIÓN**

La cánula de infusión se va a encargar de mantener el tono ocular constante durante la vitrectomía. Uno de sus extremos se fija a la esclerotomía temporal inferior y el otro se conecta a la botella de irrigación, que puede contener Ringer-lactato o solución salina balanceada (BSS). La infusión puede realizarse de dos formas: activa si es controlada por el sistema de vitrectomía, o pasiva si depende de la altura a la que se encuentre la botella.<sup>15</sup>

### **I. 2. 2. 2. CORTE Y ASPIRACIÓN**

Los vitreotomos están constituidos por un tubo exterior hueco abierto en su extremo distal con el que se aspira el vítreo. Constan además de una guillotina que va seccionando el vítreo que entra por la ventana de aspiración.<sup>15,16</sup>

La velocidad de aspiración depende del calibre del vitreotomo, la presión de infusión, la tasa de corte y la duración de cada ciclo de corte.

La aspiración del sistema de vitrectomía podrá ser de dos tipos: peristáltica, la cual mantendrá una aspiración constante siempre que haya vacío, que se producirá con la oclusión de la ventana del vitreotomo; o de tipo Venturi, en la que la aspiración tiene un vacío constante sin que se tenga que producir la oclusión. El control del corte y la aspiración durante la vitrectomía se hace a través del pedal. Por último, el pedal suele poseer una función que permite parar el corte y trabajar sólo con aspiración.<sup>15</sup>

### **I. 2. 2. 3. ILUMINACIÓN**

Se emplea una sonda de luz endocular calibrada, que aporta una luz fría de intensidad regulable y que va conectada mediante una fibra óptica a la máquina de vitrectomía o a una fuente de iluminación accesorio.<sup>15</sup> Actualmente, la luz de xenón ha supuesto una importante mejora con respecto a la luz halógena convencional, en lo que a luminosidad se refiere.<sup>15</sup> Por otro lado, existen sistemas de iluminación adicionales como la luz *Chandelier*, que puede actuar como luz de apoyo a la sonda de luz principal, o como única fuente de iluminación en cuyo caso nos permite tener libres las dos manos.<sup>17,18</sup>

### **I. 2. 2. 4. OTRAS FUNCIONES**

- Bomba de aire que permite insuflar aire a presión constante en el globo ocular.
- Bomba de silicona para la inyección de aceite de silicona, que requiere de presión elevada debido a su alta viscosidad.
- Segunda vía de aspiración.
- Fragmentador, que permite la fragmentación de una catarata en cavidad vítrea.

## **I. 2. 3. TÉCNICA QUIRÚRGICA PASO A PASO**

La vitrectomía por vía *pars plana* es una técnica quirúrgica que consiste en la eliminación del vítreo mediante aspiración y corte a través de una incisión realizada en la *pars plana*. Asociar la función de corte al vitreotomo es indispensable, debido a que el vítreo es una estructura gelatinosa e indiseicable de la retina, que no puede ser aspirada sin producir tracción sobre esta.

### **I. 2. 3. 1. ANESTESIA**

Comenzamos anestesiando al paciente, bien mediante anestesia general, menos utilizada hoy en día, o bien mediante anestesia retrobulbar, que controla el dolor y paraliza los músculos oculomotores. Para esta última inyectamos 3-4,5 cc de una mezcla de Mepivacaína al 2% y Bupivacaína al 0,5% a través de una aguja de calibre 23-gauge y 38 mm de longitud. Por último, se aplica compresión con un balón de Honan durante 10 minutos.

### **I. 2. 3. 2. ACCESO POR VÍA PARS PLANA**

Se trata de una porción del cuerpo ciliar, pigmentada, lisa y relativamente avascular, de 4 mm de anchura, que se extiende desde la ora serrata hasta los procesos ciliares y que permite el abordaje quirúrgico posterior de forma segura, a 3 ó 4 mm del limbo corneal. Una entrada demasiado anterior puede lesionar la zónula o la cara posterior del cristalino, mientras que una entrada demasiado posterior puede dañar la retina.<sup>15</sup>

### **I. 2. 3. 3. ESCLEROTOMÍAS**

Dependiendo del tipo de vitrectomía que vayamos a realizar, las esclerotomías podrán ser de 20, 23 y 25-gauge siendo la técnica diferente en cada caso.



Para las de 20-gauge es necesario practicar una peritomía conjuntival a nivel del limbo, realizando incisiones radiales de descarga en la conjuntiva, para después cauterizar la zona en la que se va a llevar a cabo la esclerotomía. A continuación, se pasa una sutura en colchonero de Vicryl 7-0 en la posición inferotemporal, de 3 a 4 mm por detrás del limbo quirúrgico. Acto seguido, se practica una esclerotomía introduciendo un cuchillete microvitreo-retiniano (MVR) perpendicularmente a la esclera, entre las suturas ya realizadas. Es importante dirigir el cuchillete hacia el centro de la cavidad vítrea para no lesionar el cristalino. La cánula de infusión se prueba antes de introducirla en el ojo para asegurarse que la solución de suero salino fluye correctamente.<sup>16</sup> Se anuda la plataforma de la vía de infusión con la sutura previamente colocada. Se debe comprobar que la cánula y el vástago de infusión están en el vítreo y no en el espacio subretiniano, iluminando oblicuamente a través de la pupila con la sonda de iluminación.<sup>16</sup> Por último, se crean las esclerotomías adicionales destinadas a la entrada del vitreotomo y la sonda de iluminación con el cuchillete MVR en posición superonasal y superotemporal, a 3-4 mm por detrás del limbo quirúrgico.<sup>16</sup>

En la actualidad, la técnica de apertura para la instrumentación de 23 y 25-gauge difiere según el fabricante. Los dos principales proveedores de instrumental 23-gauge son Alcon y Dutch Ophthalmic Research Center (DORC).

Con el sistema de Alcon, la conjuntiva se desplaza lateralmente con un bastoncillo de algodón o unas pinzas conjuntivales, lo suficiente para que no coincida con las esclerotomías del trócar. De esta forma al crearse la herida, la incisión conjuntival no queda directamente encima de la esclerotomía; así se reduce 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. A continuación, se introduce el complejo trocar-cánula 4 mm por detrás del limbo en pacientes fáquicos ó 3,5 mm por detrás de este en pacientes pseudofáquicos. Las

esclerotomías deben estar anguladas unos 20-30° sobre el plano de la *pars plana* y paralela al limbo, para que la herida quede lo más valvulada posible, autosellada y evitar así las fugas y la hipotonía postoperatoria. Después, se retira el trocar mientras se estabiliza la cánula con unas pinzas y se introduce el tubo de infusión purgado. Puede confirmarse que el trocar está en el vítreo y no en el espacio subretiniano iluminando oblicuamente a través de la pupila con la sonda de iluminación. El tubo de infusión puede fijarse con esparadrapo a los paños quirúrgicos para, a continuación, abrir la entrada de suero. Las cánulas superotemporal y superonasal se introducen de forma similar. Se pueden usar tapones para mantener la presión intraocular y evitar la incarceration de vítreo o de retina a través de la cánula,<sup>19</sup> o bien trócares valvulados que evitan el uso de los tapones, pero que dificultan la inserción de cánulas con punta de silicona.

Con el sistema DORC, se desplaza la conjuntiva de 1 a 3 mm en dirección inferotemporal, con la placa de compresión. Esta placa tiene una abertura central a 3,5 mm del borde a través de la cual se introduce el estilete 23-gauge de 45°, describiendo un ángulo aproximado de 30°, a 3,5 mm por detrás del limbo esclerocorneal. En un segundo paso, se introduce un microtrocar como con la cánula, manteniendo la aposición de los orificios conjuntival y escleral con la placa de compresión. Las cánulas superotemporal y superonasal se insertan de forma similar, y se usan tapones para mantener la presión intraocular cuando sea necesario.

## **I. 2. 3. 4. VITRECTOMÍA CENTRAL**

Al realizar la vitrectomía central, se mantendrán visibles la punta de la sonda de iluminación y el orificio de corte del vitreotomo en la cavidad vítrea. La sonda de iluminación se orienta de modo que alumbré las fibras vítreas en el orificio de corte del vitreotomo. Además, se ilumina la superficie retiniana para mantenerse orientado

en la cavidad vítrea y poder visualizar correctamente la retina durante la intervención. Si no se ve la retina, se puede tocar con los instrumentos y producir desgarros retinianos, desprendimientos de retina, hemorragias retinianas o incluso, si se golpea con suficiente fuerza, hemorragias coroideas.<sup>16</sup>

Para limitar las tracciones sobre la retina, no se comienza la vitrectomía colocando el vitreotomo en el centro de la cavidad vítrea. En ese caso, se efectuaría el máximo de tracción, ya que el vítreo se introduciría permanentemente en la boca del vitreotomo. Por el contrario, se coloca el vitreotomo en la periferia media, dirigiendo el orificio de este hacia la retina. En esta posición aparece, al cabo de unos instantes, una cavidad ópticamente vacía que indica la creación de una sección entre el vítreo central y el vítreo periférico; el vítreo periférico, tensado por su base, volverá hacia la periferia. A partir de esta laguna, se avanza circularmente. El vítreo central, liberado así de sus adherencias periféricas, será rápidamente aspirado. La cara posterior del cristalino habrá sido identificada al comienzo del procedimiento.<sup>15</sup>

Antes de abordar la vitrectomía periférica, hay que asegurarse de que no queda córtex vítreo adherido a la retina. Para retirar este córtex vítreo o hialoides posterior, se puede utilizar únicamente la aspiración activa del vitreotomo, colocado encima de la papila óptica. Para realizar esta maniobra, está especialmente indicado el uso de una lente de contacto plano-cóncava sin aumentos o una lente de Macheimer. Si existe vítreo, éste aparecerá como una estructura semitransparente que modifica la superficie de la retina cuando es aspirada. En este caso se continúa suavemente con la aspiración hasta que aparezca una estructura brillante y móvil correspondiente a la hialoides posterior desprendida, en el seno de la cual se puede observar con bastante frecuencia el anillo peripapilar. La hialoides posterior se levanta en cada cuadrante con el vitreotomo, separándola de la retina hasta la parte posterior de la base del vítreo en los 360°.<sup>15</sup>

Otro método para comprobar que no queda córtex adherido a la retina es utilizando una aguja back-flush, provista de una contera de silicona de longitud variable. Cuando esta contera tiene una longitud de 3 a 4 mm, es muy flexible. Al colocarla cerca de la superficie retiniana, si durante la aspiración pasiva el córtex vítreo ocluye la extremidad del tubo de silicona, éste se inmoviliza. Cuando el córtex se introduce en la extremidad de la sonda de extrusión, se puede continuar la aspiración pasiva hasta desprender el vítreo. A veces, la adherencia es tal que hay que conectar la extremidad de esta cánula a la aspiración del vitreotomo, para aplicar así una aspiración activa. Esta permite desprender suavemente la hialoides posterior sin arrastrarla demasiado hacia la cavidad vítrea, para no producir desgarros iatrogénicos periféricos. Cuando se ha realizado la vitrectomía central y nos hemos asegurado de que se ha producido el desprendimiento posterior del vítreo, se puede abordar la vitrectomía periférica.<sup>15</sup>

### **I. 2. 3. 5. VITRECTOMÍA PERIFÉRICA**

En ciertos casos, como es la cirugía del desprendimiento de retina, la vitrectomía periférica debe ser lo más completa posible. Para que una vitrectomía se considere total, la base del vítreo debe disecarse de la retina.<sup>15</sup> Los esfuerzos deben dirigirse a dejar la menor cantidad posible de córtex vítreo periférico, ya que el vítreo residual puede favorecer la proliferación vitreoretiniana (PVR) anterior. La vitrectomía estimula el crecimiento de células a nivel de la base del vítreo, que puede desencadenar su posterior contracción.<sup>15</sup>

Con el fin de realizar una vitrectomía periférica eficaz, es necesario realizarla bajo indentación. Durante la fase de vitrectomía periférica, la aspiración debe ser débil. En los casos de desprendimiento de retina regmatógeno, se debe afeitar a conciencia el vítreo adherido a los bordes del desgarro retiniano, eliminando de esta

manera toda tracción residual. Los cuernos de los desgarros gigantes, así como los operculados se pueden agrandar mediante una pequeña retinectomía, que asegure la liberación del vítreo circundante.<sup>15</sup>

### **I. 2. 3. 6. TIEMPOS QUIRÚRGICOS ADICIONALES**

La vitrectomía será únicamente el primer tiempo del procedimiento quirúrgico en muchas de las indicaciones quirúrgicas de la retina y el vítreo. A continuación nombraremos alguno de los tiempos quirúrgicos adicionales:<sup>15,17</sup>

- Supresión de tracciones vitreoretinianas: pelado de membranas epirretinianas, pelado de membrana limitante interna, retinotomías.
- Reaplicación intraoperatoria de la retina: perfluorocarbonos líquidos, aire.
- Láser endocular intraoperatorio
- Crioterapia
- Endodiatermia

### **I. 2. 3. 7. USO DE TAMPONAMIENTO PROLONGADO**

Diversas cirugías endoculares requieren de la colocación de gas de reabsorción lenta o de aceite de silicona como taponamiento interno prolongado al término de la vitrectomía.<sup>16</sup>

## **I. 2. 3. 8. RETIRADA DE CÁNULAS Y CIERRE ESCLEROTOMÍAS**

Los orificios de esclerotomía 20-gauge pueden dar lugar a complicaciones postoperatorias, como es la encarceración del vítreo a través de ellas. Para evitarlo, conviene cerrar las incisiones con un tono ocular normal o bajo y limpiar los bordes de las esclerotomías con el vitreotomo para asegurarnos de que no hay mechas vítreas. El cierre de las esclerotomías puede asegurarse con un punto en X o en U, con hilo reabsorbible, o con hilo no reabsorbible tipo prolene. Durante el paso de los puntos por los bordes esclerales, se comprobará igualmente que no se ha producido salida de vítreo durante esta maniobra.<sup>15</sup> En el caso de la esclerotomía de la irrigación, se debe deshacer el nudo que fija el terminal de irrigación a la esclera, antes de ajustar la sutura de la esclerotomía. Para evitar la encarceración vítrea en este orificio, se recomienda abrir la línea de infusión durante la retirada del terminal, de modo que la irrigación permanente empuje el vítreo a nivel de este orificio. El cierre realizado con la sutura de fijación del terminal de irrigación no siempre es de buena calidad. Por ello, se podrá sustituir por una sutura en X o en U, que permita el cierre eficaz de los labios de la esclerotomía.<sup>15</sup>

Antes de cerrar la conjuntiva conviene comprobar la periferia retiniana mediante indentación anterior. Los orificios de vitrectomía aparecen bajo la forma de lesiones blanquecinas redondas por delante de la *pars plana*, y es en esta zona donde hay que comprobar que no exista encarceración retiniana ni vítrea. Por último, se sutura la conjuntiva a nivel de la esclera yuxtalímbica, dejando los orificios de las esclerotomías bien cubiertos.<sup>15</sup>

En el caso de vitrectomía 23 y 25-gauge el cierre es bastante rápido. Antes de retirar las microcánulas superiores, se comprueba que presentan flujo libre de suero o aire. A continuación, se tapan las microcánulas con tapones, y se retira una de ellas tirando suavemente con unas pinzas. La infusión puede cerrarse temporalmente. La

conjuntiva desplazada se devuelve a su posición normal con la ayuda de un bastoncillo de algodón o de unas pinzas. Acto seguido, se extrae la otra microcánula superior. Finalmente, la microcánula que queda se retira junto con la cánula de infusión en una única maniobra.<sup>19,20</sup>

Se comprueba durante unos minutos que el ojo conserva una adecuada presión intraocular. Si estuviera hipotónico, se inyectaría líquido o gas con una aguja de 30-gauge a través de la *pars plana*.<sup>19</sup> Los signos de escape pueden consistir en formación de una ampolla o bleb conjuntival significativo, incapacidad para mantener una presión fisiológica y existencia de líquido o gas saliendo por las incisiones. Las esclerotomías permeables se cierran suturando directamente los bordes esclerales de la entrada. Esto puede requerir la práctica de una pequeña incisión conjuntival.<sup>19</sup>

#### **I. 2. 4. INDICACIONES DE VITRECTOMÍA PARS PLANA**

Las patologías que pueden indicar una cirugía de vitrectomía son muy diversas. Algunas de las indicaciones de VPP son las siguientes:

##### **I. 2. 4. 1. PATOLOGÍAS RETINIANAS**

- Desprendimiento de retina.
- Membrana epirretiniana.<sup>21-23</sup>
- Agujero macular.<sup>24</sup>
- Síndrome de tracción vitreomacular.
- Hemorragia submacular.<sup>25</sup>

- Edema macular cistoide.<sup>26</sup>

#### **I. 2. 4. 2. PATOLOGÍAS VITREAS**

- Hemorragia vítrea.<sup>27,28</sup>
- Amiloidosis.
- Hialosis asteroidea grave.

#### **I. 2. 4. 3. GLAUCOMA**

- Glaucoma maligno.<sup>29</sup>
- Glaucoma de células fantasmas.<sup>30</sup>
- Glaucoma neovascular asociado a hemorragia vítrea.<sup>31</sup>

#### **I. 2. 4. 4. OTRAS INDICACIONES**

- Endoftalmitis infecciosa.<sup>32,33</sup>
- Luxación posterior del cristalino.<sup>34</sup>
- Luxación de lente intraocular.<sup>35</sup>
- Cuerpo extraño intraocular.<sup>35</sup>
- Tumores intraoculares.<sup>36,37</sup>



## **I. 2. 5. COMPLICACIONES EN VITRECTOMÍA PARS PLANA**

### **I. 2. 5. 1. COMPLICACIONES INTRAOPERATORIAS**

#### **- Dificultades de visualización**

Pueden deberse tanto a una mala dilatación, como a enturbiamiento del cristalino o de la córnea, pero también a una hemorragia intraoperatoria.<sup>15</sup>

#### **- Infusión subretiniana**

Ocurre en los casos en que el extremo intraocular de la microcánula de infusión se sitúa en el espacio subretiniano, de manera que al abrir la infusión se produce un desprendimiento de retina.<sup>15</sup>

#### **- Rotura o desprendimiento de retina**

Las roturas retinianas o desprendimientos de retina intraoperatorios deben tratarse correctamente con criopexia o láser intraoperatorio.

#### **- Incarceración del vítreo**

La incarceration vítrea se puede producir durante la vitrectomía, cuando aún existe gran cantidad de vítreo en el interior del ojo, o al final de la intervención a partir del vítreo residual situado alrededor de las esclerotomías.<sup>15</sup>

La incarceration vítrea incisional en ojos vitrectomizados se ha identificado como un factor de riesgo en la aparición de endoftalmitis postoperatoria,<sup>38</sup> de

desprendimiento de retina regmatógeno por contracción postoperatoria del tracto vítreo encarcerado<sup>39</sup> y de hemovítreo de repetición por crecimiento de tejido fibrovascular, principalmente en pacientes diabéticos.<sup>160</sup>

Hasta ahora, se han estudiado diversas maniobras con el objetivo de reducir la tasa de encarceración vítrea incisional tras vitrectomía, como supone el afeitado exhaustivo del vítreo en torno a las esclerotomías,<sup>40</sup> el uso de sondas de vitrectomía curvas que faciliten el acceso a esta región<sup>41</sup> y la interposición de un elemento como no canulado (sonda de luz) en el interior de las cánulas durante su extracción.<sup>42,43</sup>

#### - **Incarceración de la retina**

La encarceración de la retina se podrá observar únicamente durante la vitrectomía realizada en casos de desprendimiento de retina y es continuación de una encarceración vítrea pasada por alto.<sup>15</sup> Desde el momento en que se sospecha, se debe cortar la infusión, cerrar las microcánulas con tapones y confirmarla mediante visualización directa.<sup>15</sup>

### **I. 2. 5. 2. COMPLICACIONES POSTOPERATORIAS**

#### - **Hipotonía**

La hipotonía ocular es común tras vitrectomía y se soluciona introduciendo más cantidad de tamponador o de suero. Con el fin de disminuir el riesgo de hipotonía postoperatoria, se pondrá especial atención en la presencia de signos de incompetencia incisional al término de la vitrectomía, una vez extraídas las cánulas esclerales. De esta forma, en caso de aparición de ampolla conjuntival adyacente a la esclerotomía, se recomienda suturar dicha entrada para garantizar su cierre y evitar

complicaciones postoperatorias como suponen la hipotonía ocular o la entrada de agentes infecciosos causantes de endoftalmitis.

#### - **Desprendimiento de la retina**

El desprendimiento de retina secundario puede estar causado por dehiscencias retinianas iatrogénicas y se pondrá de manifiesto cuando se elimine el taponamiento interno, o bien por desinserciones de la ora serrata en vitrectomías en las que haya entrada y salida reiterada de instrumentos. Por último, se puede tratar de un desgarro secundario a retracción del vítreo encarcelado en la esclerotomía. Puede ocurrir hasta meses después de la cirugía y suele ser anterior, yuxtaoral y con el opérculo dirigido hacia la parte anterior de la cavidad vítrea.<sup>15</sup>

#### - **Catarata**

Debido a la propia vitrectomía pero, sobre todo, al taponamiento utilizado.<sup>15</sup>

#### - **Endoftalmitis**

La endoftalmitis infecciosa es una patología grave que afecta a la retina, la úvea y el vítreo. Se caracteriza por aparecer una intensa inflamación intraocular, hiperemia conjuntival, dolor y pérdida visual. Se han identificado diversos agentes infecciosos como posibles causantes, destacando al *S. epidermidis* y al *S. Aureus* como los más frecuentes.<sup>35</sup> Se ha señalado a la encarcelación vítrea como factor de riesgo teórico. Diversos estudios han observado mayores tasas de endoftalmitis en esclerotomías no suturadas respecto de aquellas sobre las que sí se empleó sutura.<sup>44,118</sup> Por ello, en aquellos casos en los que la competencia incisional no esté del todo clara, se recomienda el cierre escleral mediante suturas.<sup>45</sup>

### - **Desprendimiento y hemorragia coroidea**

Caracterizados por acúmulo seroso o hemorrágico a nivel de la coroides, se pueden mantener bajo observación en los casos leves, administrándose corticosteroides orales en casos severos, incluso llegando a necesitar drenaje del líquido seroso. Las hemorragias coroideas se drenarán al cabo de 10-14 días para dar tiempo a que se licue el coágulo formado.<sup>16</sup>

### - **Hemovítreo**

Se define como una colección de sangre en el interior de la cavidad vítrea. El hemovítreo tras vitrectomía se reabsorbe espontáneamente en muchos de los casos en el curso de unos pocos meses, aunque puede volver a aparecer y mantenerse, precisando extraer la sangre mediante una nueva vitrectomía. La causa más frecuente es la retinopatía diabética proliferante.

## **I. 3. BIOMICROSCOPIA ULTRASÓNICA**

---

### **I. 3. 1. APROXIMACIÓN HISTÓRICA**

Los ultrasonidos, al atravesar estructuras con distinta densidad acústica, reflejan parte de su energía en forma de eco; un osciloscopio recoge los ecos reflejados y genera imágenes a partir de estos. Esta técnica recibe el nombre de ultrasonografía convencional. Su uso en oftalmología tuvo lugar en 1956 cuando Mundt<sup>46</sup> aplicó esta tecnología en el estudio de los tumores intraoculares. En 1957, Oksala<sup>47</sup> publicó las características ecográficas de algunas patologías oculares. Un año más tarde, Baum describió la ecografía bidimensional con transductores de 15 MHz<sup>48,49</sup> que ofrecía una mejora en la calidad de la imagen obtenida. En 1972, Bronson describió la ecografía de contacto<sup>50</sup> y en la década de los 80, Foster y Sherar desarrollaron la biomicroscopía ultrasónica<sup>51,52</sup> que Pavlin introduciría poco más tarde en la práctica clínica.<sup>53,54</sup>

La BMU permite el estudio del polo anterior y la retina periférica con una resolución casi microscópica. La ultrasonografía convencional supuso un avance muy importante en el estudio de la forma, el tamaño y la localización de ciertas áreas intraoculares, ya que los medios opacos dejaron de ser un impedimento para su observación. Aun así, contaba con resolución muy baja, y se planteó un dilema: Qué es mejor, mayor penetración o mayor resolución. Ambas dependen de la longitud de onda del ultrasonido en sentido inverso, de manera que cuanto mayor es la longitud de onda, la penetración aumenta pero la resolución disminuye, y viceversa. En la ecografía convencional, para conseguir una penetración de 40 mm, necesaria para explorar el segmento posterior y la órbita anterior, se deben utilizar frecuencias de entre 7 y 10 MHz que producen imágenes cuya resolución impide considerarlas microscópicas. Sin embargo, en la exploración de las estructuras del segmento

anterior podemos renunciar a la penetración, usando así frecuencias mucho más altas que nos permiten obtener imágenes con mayor resolución.<sup>55</sup>

El hecho de poder conseguir imágenes de ultrasonido con una frecuencia de hasta 100 MHz, se lo debemos a Sherar, Stuart y Foster que desarrollaron transductores capaces de emitir ultrasonidos con frecuencias que posibilitan la obtención de imágenes con resoluciones microscópicas, de en torno a las 15 micras.<sup>52</sup>

En 1998, los Dres. Sánchez Salorio, Pazos González y García Feijoo escriben el libro “Biomicroscopía ultrasónica en oftalmología” en el que explican el funcionamiento de la biomicroscopía ultrasónica y sus utilidades en la práctica clínica oftalmológica.<sup>55</sup>

La BMU posee una penetración de unos 5 mm en el interior del globo ocular con una resolución axial y lateral aproximada de 37 y 50 micras respectivamente con el transductor de 50 MHz.

### **I. 3. 2. EXPLORACIÓN MEDIANTE BMU**

#### **I. 3. 2. 1. EXPLORACIÓN BÁSICA**

La técnica convencional fue descrita por Pavlin en 1991.<sup>53,54</sup> El paciente debe colocarse en decúbito supino, por lo que necesitaremos una camilla o un sillón abatible. La BMU es una técnica de inmersión y por ello, necesita de un medio transmisor entre el transductor y la superficie del globo ocular, que puede ser de consistencia acuosa o gelatinosa; además, es necesario el uso de anestésico tópico y de una copa que contenga el medio transmisor. Dicha copa podrá ser de tipo ocular u orbitaria.<sup>55</sup> La primera permite la exploración del segmento anterior y el cuerpo

ciliar. Sin embargo, la movilidad del ojo se ve reducida, ya que con las miradas extremas el borde inferior de la copa roza con la córnea y se pierde líquido por su base. Además, su apertura externa es relativamente pequeña lo que limita la movilidad del transductor que puede tocar el borde de la copa con relativa frecuencia. En este caso, el mecanismo de seguridad del instrumento puede hacer que cuando el transductor roce la copa se interrumpa la exploración. Para evitar este fenómeno, se han diseñado copas de goma<sup>56</sup> que oponen menos resistencia al movimiento del transductor, de modo que no se activa el mecanismo de seguridad. Sin embargo, dichas copas no han mejorado la amplitud del campo de exploración. Para aumentar este campo, Pavlin<sup>57</sup> propone emplear un baño ocular con plásticos quirúrgicos y un blefarostato. Este método es muy útil para explorar retina periférica y anexos oculares, sin embargo, se precisa de un cierto tiempo para preparar un baño más o menos sellado con líquido suficiente.

Con el fin de superar los inconvenientes de la copa ocular, García-Feijoo propuso el uso de copas orbitarias en combinación con un blefarostato.<sup>55,58</sup> Esta permite un examen cómodo de la retina periférica y la *pars plana*.<sup>59</sup> Su amplia apertura externa facilita los movimientos del transductor y al aplicarse sobre el reborde orbitario no limita los movimientos oculares. La combinación de los movimientos del transductor con los del ojo permite un campo de exploración amplio que abarca hasta 15 mm del limbo en la zona temporal, 12 en la nasal, 10 en la superior y 11 en la inferior. Únicamente en posiciones extremas tendremos el problema del roce entre el borde de la copa y el transductor.<sup>60</sup>

También es posible realizar exploraciones sin utilizar copas ni plásticos de quirófano, basta con emplear un blefarostato y metilcelulosa o lágrimas de alta densidad. Esta técnica es especialmente útil en la exploración de niños y su principal dificultad radica en que habremos de reponer constantemente el medio de contacto debido al arrastre mecánico producido por el movimiento del transductor. Para

mejorar los resultados de esta técnica, es recomendable grabar en vídeo la exploración y seleccionar así los cortes que nos interesen.

### **I. 3. 2. 2. UBM-840 ZEISS-HUMPHREY**

Dado que el biomicroscopio ultrasónico que hemos utilizado en nuestro trabajo ha sido el UBM-840 Zeiss-Humphrey, describimos con detalle las posibilidades que nos ofrece y algunos aspectos de su manejo.

El UBM-840 está equipado con un transductor montado sobre un brazo articulado, un ordenador, y un monitor. La configuración y el software del aparato se manejan mediante un ratón, un lápiz óptico y un pedal.

En la pantalla de configuración podemos seleccionar el campo de exploración que deseemos (2,5x2,5 mm ó 5x5 mm) y activar o no la alarma de proximidad del transductor sobre la superficie del ojo.

Durante la exploración podemos modificar parámetros como la ganancia, el retraso o la superposición del ECO-A. El pedal consta de dos botones, el izquierdo permite iniciar la exploración y congelar la imagen de la pantalla, y el derecho grabar en el disco duro del ordenador la imagen previamente congelada.<sup>55</sup>

### **I. 3. 2. 2. 1. PARÁMETROS**

La selección de parámetros es fundamental para obtener imágenes de calidad. Estos deben modificarse al comienzo de la exploración atendiendo al tipo, la localización y la profundidad de la lesión. Estos parámetros los nombramos a continuación.<sup>61</sup>



### - **Ganancia**

Se modifica del mismo modo que en la ecografía convencional de manera que, para resaltar los primeros cortes, debemos usar una ganancia próxima al máximo (80-90 dB). Hay que tener en cuenta que al aumentar la ganancia aumentaremos también el ruido ecográfico de la imagen.<sup>61</sup>

### - **Retraso y línea focal**

La línea focal es una línea horizontal que atraviesa la pantalla a una distancia inicial de 5,5 mm, e indica el punto donde se encuentra el transductor. Para variar esta distancia debemos modificar el retraso. De esta manera, para el estudio del polo anterior la situaremos a 3 mm del borde superior del cuadro de exploración, y para el estudio de estructuras posteriores será más conveniente colocarla a 2-2,5 mm.<sup>61</sup>

### - **Control del tiempo de ganancia**

Compensa la atenuación debida a la propagación; tiene su utilidad al explorar lesiones profundas como desprendimientos de retina, retinosquiasis o tumores. Puede regularse entre 0 y 32 dB/mm, aunque en la exploración normal suele situarse entre 5 y 10 dB/mm.<sup>61</sup>

### - **Filtros**

Son filtros que modifican el aspecto de los ecos. Existen 8 filtros distintos pero es aconsejable utilizar el filtro 1 (TF 1), que aparece por defecto.<sup>61</sup>

## - **Convenciones**

En el brazo del transductor existe una marca que corresponde a la zona izquierda de la pantalla. Si durante la exploración giramos el brazo del aparato 180°, obtendremos dos cortes especulares iguales entre sí. Es útil comenzar las secciones siempre en el mismo punto, por ejemplo a las 12 horas, girando por costumbre el transductor siempre en el mismo sentido, por ejemplo en el de las agujas del reloj.<sup>61</sup>

## **I. 3. 2. 2. 2. CONCEPTOS BÁSICOS**

### - **La importancia de la línea focal**

La línea focal indica dónde está enfocado el haz ultrasónico del biomicroscopio. Para conseguir imágenes nítidas y con la máxima definición de las estructuras a estudiar, debemos centrar la zona de interés en la línea focal. Es especialmente útil en dos situaciones; la primera es la exploración de interfases o estructuras delicadas como la zónula, y la segunda es la exploración de estructuras que absorben gran cantidad de ultrasonidos, como los tumores. De esta forma, en el caso de un melanoma de cuerpo ciliar, la señal ultrasónica suma la atenuación del paso por la esclera y por el propio tumor; por ello, para delimitar su borde posterior junto al vítreo, debemos llevar dicho borde hacia la línea focal aunque con ello perdamos la definición del plano anterior del tumor.<sup>61</sup>

### - **La importancia de la perpendicularidad**

Es importante para obtener cortes de máxima calidad, así como para medir de forma precisa y reproducible. Para obtener cortes perpendiculares, debemos colocar

la punta del transductor perpendicular a la superficie a examinar. Un corte perpendicular ofrece imágenes nítidas, brillantes y definidas.<sup>61</sup>

### - **La sombra acústica**

Existen tejidos o materiales como la silicona o las suturas que, dada la elevada atenuación que provocan, impiden la transmisión de los ultrasonidos dificultando la exploración de estructuras posteriores. Al igual que sucede cuando se explora un melanoma con un ecógrafo convencional, se va a producir una sombra acústica característica. Sin embargo, el hecho de que dicha sombra no se aprecie no permite descartar el diagnóstico de tumor, ya que en muchos casos estudiamos tumores de tamaño tan pequeño que es posible abarcar toda su altura. Por ello y debido a la hipoecogenicidad del vítreo, no tenemos un tejido que contraste con la sombra acústica producida.<sup>61</sup>

## **I. 3. 2. 2. 3. REALIZACIÓN DE MEDIDAS**

Una de las ventajas que presenta la BMU es la de permitir realizar medidas sobre las imágenes grabadas. La principal limitación a la que nos enfrentamos es la de no poder asegurar la reproducibilidad de esas medidas, sobre todo si pretendemos realizar comparaciones futuras para un seguimiento. Tello<sup>62</sup> y Spaeth<sup>63</sup> demostraron una baja variabilidad en las medidas utilizando la BMU, no obstante estos trabajos se realizaron sobre imágenes obtenidas en una única sesión y por un sólo explorador. Para garantizar la reproducibilidad del método debemos obtener cortes de la misma zona en exploraciones sucesivas; esto será posible realizando secciones perpendiculares y tomando referencias anatómicas claras como el espolón escleral.

Si deseamos obtener una medida real de las estructuras, debemos multiplicar las medidas obtenidas por la velocidad de propagación de la onda ultrasónica del instrumento: 1530 m/s.

### **I. 3. 2. 2. 4. EXPLORACIÓN DINÁMICA**

Al igual que en la ecografía convencional, es necesaria la combinación de diferentes secciones para comprender la estructura analizada de forma tridimensional. Para la creación de imágenes 3D, existen sistemas de reconstrucción que se combinan con ecógrafos de alta resolución.<sup>64,65</sup> Sólo se podrán estudiar las imágenes capturadas durante la exploración, teniendo en cuenta que se tarda de 2 a 3 segundos en guardar una imagen y volver a visualizar la estructura en tiempo real. Por su parte, grabar la exploración completa en video nos permitirá un análisis dinámico de la zona a estudiar, lo cual es especialmente interesante en el estudio del vítreo y de la retina. Por otro lado, podremos realizar reconstrucciones bidimensionales a partir de una imagen continua.

### **I. 3. 3. APLICACIONES CLÍNICAS DE LA BMU**

La BMU tiene múltiples aplicaciones en el campo de la oftalmología; estas van desde la exploración de tejidos normales hasta el diagnóstico de diversas patologías. La calidad de imagen de las estructuras varía en función del tipo de corte realizado y la frecuencia empleada, que en nuestro trabajo ha sido de 50 MHz.<sup>66</sup>

### **I. 3. 3. 1. CÓRNEA**

En condiciones normales se pueden distinguir cuatro áreas corneales de acuerdo con sus características bioultrasónicas.<sup>66-69</sup>

- Epitelio y membrana de Bowman: ambas estructuras se diferencian entre sí en forma de dos líneas paralelas hiperreflectivas. En la zona periférica de la sección puede no captarse esta configuración debido a que perdemos la posición perpendicular del haz.
- Estroma: presenta una reflectividad baja y muy homogénea.
- Descemet y endotelio: no se diferencian entre sí. Forman una línea hiperreflectiva única que no representa el espesor real del complejo y que se ve aumentada por la diferencia de impedancia acústica entre la córnea y el humor acuoso.
- Limbo: es difícil de localizar mediante biomicroscopía, aunque se sitúa a una distancia media de 1 mm de la proyección en la superficie del espolón escleral. Cuando el haz no incide de manera perpendicular, la separación de las estructuras puede llegar a perderse totalmente y aparecer como una estructura homogénea de ecogenicidad media-baja.

La BMU aporta información acerca de la córnea, incluso cuando existe pérdida de transparencia de la misma, en casos de edema corneal. Podemos realizar paquimetría bioultrasónica, midiendo con exactitud el grosor corneal.<sup>70</sup> Nos aporta información en otras situaciones como distrofias corneales,<sup>53</sup> casos de rechazo del injerto corneal tras trasplantes y queratocono.<sup>71</sup> La BMU permite analizar el epitelio, el flap corneal y el estroma residual, detectando las interfases quirúrgicas estromales producidas por la cirugía corneal LASIK.<sup>72</sup>

### **I. 3. 3. 2. CONJUNTIVA**

La conjuntiva presenta una ecogenicidad media-baja similar o ligeramente mayor a la del tejido uveal. La separación conjuntiva-esclera se observa de forma nítida, dada la diferencia de ecogenicidad existente entre ambas. Esta técnica nos permite la visualización de blebs o ampollas conjuntivales tras vitrectomía, así como evaluar las ampollas conjuntivales creadas en cirugía filtrante de glaucoma.<sup>66</sup>

### **I. 3. 3. 3. ESCLERA**

El alto contenido en colágeno de esta estructura condiciona la observación de una mayor densidad en comparación con el resto de los tejidos oculares y por ello también, una mayor reflectividad. Su alta ecogenicidad hace que se diferencie con facilidad de la conjuntiva y la úvea. Ocasionalmente pueden apreciarse vasos atravesando la esclera; estos presentan una reflectividad menor a la escleral y muy similar a la uveal. A nivel del ángulo se puede apreciar el espolón escleral. La zona limbar se distingue con facilidad de la córnea aunque la transición bioultrasónica entre ambos tejidos no es tan nítida como entre los anteriores.<sup>66</sup>

### **I. 3. 3. 4. MÚSCULOS EXTRAOCULARES**

Se visualizan como una zona de reflectividad baja que se distingue bien de la esclera subyacente y de la conjuntiva. Su estudio está limitado por la propia curvatura del globo ocular que dificulta la obtención de secciones radiales perpendiculares; puede estudiarse bien la zona anterior de los vientres musculares de los cuatro rectos y su inserción anterior.<sup>66</sup>

### **I. 3. 3. 5. CÁMARA ANTERIOR**

En condiciones normales no existen ecos en la cámara anterior. La presencia de células se apreciará como pequeños puntos hiperreflectivos que no deben ser confundidos con el granulado de reflectividad media que existe en la pantalla cuando trabajamos con ganancias altas.<sup>73</sup>

La práctica de BMU es útil en el preoperatorio de cirugías de cataratas, o bien de glaucoma, para analizar el espacio existente en cámara anterior, y planear así la colocación del implante. En el postoperatorio, la BMU aporta información acerca de la localización del tubo valvular en cámara anterior y su relación con las estructuras cercanas,<sup>74</sup> como para observar la localización de lentes intraoculares.<sup>73</sup>

La BMU nos aporta información acerca del estado de las estructuras oculares y la localización de posibles cuerpos extraños, si los hubiera, en el caso de traumatismos perforantes. Esto es muy útil sobre todo de cara a la planificación del acto quirúrgico.<sup>75</sup> No obstante, cabe recordar que se trata de un método de contacto no estéril, no indicado en ojos abiertos.

### **I. 3. 3. 6. ÁNGULO IRIDO-CORNEAL**

Para evaluar la apertura angular mediante BMU hemos de tomar como referencia el espolón escleral. Existe una alta correlación positiva entre la valoración angular gonioscópica,<sup>76</sup> usando las clasificaciones de Shaffer o de Spaeth, y la gonioscopia bioultrasónica.<sup>77</sup> Esta exploración es de enorme interés cuando no existe transparencia de medios; también es útil en caso de existir alteraciones de la base del iris, como iris bombé o sinequias periféricas, que impidan la visualización directa del ángulo.<sup>78</sup> En estas situaciones también podremos detectar recesiones angulares,<sup>79</sup> la existencia de material pseudoexfoliativo o depósito de pigmento<sup>80</sup> o confirmar la

necesidad de iridotomía en pacientes con bloqueo pupilar, localizando la zona iridiana más adecuada para realizarla. Esta técnica será útil para comprobar la eficacia de la intervención a posteriori, ya que muestra una apertura del ángulo irido-corneal tras la realización de la iridotomía y una mayor profundidad de la cámara anterior.<sup>79</sup>

La BMU es válida para planear el tipo de cirugía que se va a realizar en cirugía de glaucoma, así como para visualizar la ampolla conjuntival resultante tras la intervención. Este instrumento permite discriminar si la ampolla posee configuración quística o difusa. Por otro lado, en aquellos casos en los que la presión ocular haya aumentado, será posible descartar fibrosis de la ampolla.<sup>79</sup>

### **I. 3. 3. 7. IRIS**

El iris suele adoptar una disposición rectilínea, mostrando una reflectividad media-baja a nivel del estroma. En algunas patologías se pierde la configuración rectilínea del iris; así, en algunos casos de glaucoma pigmentario y en recesiones angulares existe una concavidad anterior, mientras que los bloqueos pupilares suelen asociar una convexidad anterior del iris.<sup>81</sup>

La BMU nos va a ser de gran utilidad a la hora de realizar el diagnóstico diferencial de distintas lesiones que pueden aparecer a este nivel como son los quistes iridianos,<sup>82</sup> las pecas del iris,<sup>79</sup> los nevus<sup>79</sup> y el melanoma de iris. En la BMU, el melanoma aparece como una masa sólida situada en el estroma, dando aspecto engrosado y alta reflectividad en la parte más superficial del tumor con una atenuación progresiva debido a la absorción de los ultrasonidos en las zonas anteriores. Se aprecia una ecogenicidad irregular en el interior con puntos de alta reflectividad y en ocasiones irregularidades en la superficie del iris e incluso pérdida



de su estructura normal. La BMU puede mostrar la presencia de lesiones satélite, así como infiltración de las estructuras vecinas. Desde el punto de vista terapéutico es de especial interés determinar si invade cuerpo ciliar o no, para indicar una simple iridectomía o una iridociclectomía. En los casos en los que un presunto melanoma se trata con fotocoagulación láser, la BMU es un método esencial para controlar la ausencia de crecimiento del tumor y la regresión del mismo.<sup>83</sup>

### **I. 3. 3. 8. SULCUS Y CÁMARA POSTERIOR**

Al igual que sucede en la cámara anterior, en condiciones normales no existen ecos en la cámara posterior. El sulcus se define como la región situada entre la cara anterior de los procesos ciliares y la superficie posterior del iris. Su tamaño y apertura son variables.<sup>66</sup>

La BMU permite analizar el espacio que existe entre el cristalino y el iris, donde se colocará la lente intraocular fáquica.<sup>84</sup> Tras la cirugía, la BMU permite realizar un seguimiento preciso, mostrando la relación de la misma con el cristalino en todo momento. La BMU permite también el control de la LIO pseudofáquica en un paciente cuya cápsula posterior no está íntegra tras la cirugía de facoemulsificación y se utiliza el sulcus como apoyo para la lente.<sup>84</sup>

### **I. 3. 3. 9. CRISTALINO Y ZÓNULA**

La BMU permite el estudio del cristalino, de la cápsula anterior y de la zónula. En un ojo sano, las fibras zonulares se aprecian como líneas de reflectividad media-alta que adoptan forma de haces, y que se extienden desde su inserción en el cuerpo ciliar hasta el cristalino. La cápsula anterior se visualiza mediante BMU como

una línea hiperreflectiva. El cristalino, en condiciones normales, sólo puede visualizarse en su zona más anterior; su reflectividad es muy baja y presenta escasos ecos en su seno. La región ecuatorial no se aprecia debido a que los ultrasonidos no inciden en ella perpendicularmente.<sup>66</sup> Esta técnica de imagen nos permite visualizar lesiones cristalinas. Un traumatismo contuso puede producir catarata o luxación del cristalino. En la cirugía de cataratas la BMU es una técnica exploratoria útil, tanto en el preoperatorio, donde nos permitirá descartar la existencia de subluxación del cristalino o diálisis zonular, como en el postoperatorio, donde podremos estudiar el trayecto de las incisiones y la situación de la LIO.<sup>85</sup>

### **I. 3. 3. 10. CUERPO CILIAR**

La BMU permite visualizar las dos regiones del cuerpo ciliar (*pars plicata* y *pars plana*) con facilidad. La *pars plicata* presenta una reflectividad media-baja similar a la del estroma iridiano. Los cortes radiales, fáciles de interpretar, permiten el estudio de todo el cuerpo ciliar. En estas secciones podremos identificar la inserción de la zónula en los procesos ciliares. En los cortes transversales, dichos procesos presentarán morfología en dedo de guante.<sup>86</sup>

La BMU permite diagnosticar la presencia de quistes del epitelio pigmentario descartando la existencia de un tumor sólido. El tumor de cuerpo ciliar más frecuente es el melanoma. Debido a su localización, no suelen dar síntomas en fases iniciales. La BMU aporta información acerca de la reflectividad interna del tumor, ayudando al diagnóstico diferencial. También orienta acerca del origen de la lesión, en función de la cantidad de tumor presente en cada estructura; de esta forma, podrá tratarse de un tumor de iris que se ha extendido a cuerpo ciliar, un tumor del propio cuerpo ciliar, o bien, una extensión anterior de un melanoma de coroides. La información aportada

por la BMU acerca de la profundidad del tumor es muy importante en la planificación del tratamiento.<sup>87</sup>

### **I. 3. 3. 11. VÍTREO Y PARS PLANA**

En el caso de las uveítis podemos encontrar áreas localizadas de acúmulos vítreos que presentan una ecogenicidad heterogénea. También es posible hallar condensaciones en forma de tractos o bandas en el seno de la cavidad vítrea.<sup>88</sup>

Observamos exudados sobre la *pars plana* y/o la ora serrata que pueden adoptar la configuración típica en bancos de nieve. El equivalente bioultrasónico es una imagen de reflectividad media-alta más o menos homogénea que aparece en esa localización, adoptando en ocasiones forma de tractos o bandas. También puede existir un refuerzo de la línea hiperreflectiva que representa la interfase vítreo-epitelio pigmentario.<sup>89</sup>

### **I. 3. 3. 12. ORA SERRATA**

La ora serrata puede apreciarse en los cortes realizados sobre la retina periférica como un escalón situado a continuación de la *pars plana*. Es posible la visualización de desprendimientos de la retina periférica que se inician en la ora. De igual modo, los quistes de la ora pueden evidenciarse con facilidad.<sup>66</sup>

### **I. 3. 3. 13. COROIDES**

La coroides posee una reflectividad similar a la del estroma ciliar y destaca como una banda hiporreflectiva situada entre dos zonas hiperreflectivas, que son la esclera y el complejo retina-epitelio pigmentario.<sup>66</sup>

La BMU permite diagnosticar desprendimientos coroideos de pequeño tamaño que pasan desapercibidos en la exploración ecográfica convencional, así como hemorragias coroideas.<sup>90</sup> En el seno de una uveítis posterior, podemos observar mediante BMU un engrosamiento inespecífico de la coroides.<sup>88</sup> Al igual que en los casos de melanomas iridianos o del cuerpo ciliar, la BMU nos va a ayudar a la hora de identificar tumoraciones a este nivel como los melanomas coroideos, que se aprecian como una masa sólida de reflectividad media, uniforme y con atenuación ecogénica posterior. La BMU ofrece imágenes muy precisas del borde anterior de estos tumores, además de permitirnos conocer si invaden o no el cuerpo ciliar y los puntos de exteriorización escleral del melanoma.<sup>91</sup>

### **I. 3. 3. 14. RETINA**

En la periferia no se puede distinguir la retina neurosensorial del epitelio pigmentario puesto que ambos se muestran en BMU como una línea hiperreflectiva única situada debajo de la coroides. No es infrecuente observar imágenes que sugieren la existencia de despegamientos de las capas de la retina o pequeños quistes.<sup>92,93</sup>

En condiciones normales, la mayoría de la patología retiniana puede estudiarse mediante ecografía convencional; sin embargo, la alta resolución de la BMU permite evaluar con más detalle dicha patología retiniana. La alta resolución de las imágenes que ofrece permite diagnosticar pequeños despegamientos coroideos o retinianos así como analizar el estado de la base del vítreo y sus relaciones con la retina periférica.<sup>92,93</sup> La BMU permite analizar los tumores primarios de la retina mostrando su estructura interna, su extensión y penetración.<sup>93</sup> Esta técnica también va a ser de gran ayuda a la hora de estudiar las esclerotomías practicadas durante las

vitrectomías. En las esclerotomías no autosellables, el análisis mediante esta técnica puede ser complejo debido a la sombra acústica que produce la sutura.<sup>94,95</sup>

## **I. 4. TOMOGRAFÍA DE COHERENCIA ÓPTICA**

---

La tomografía de coherencia óptica (OCT) es una técnica de imagen no invasiva ampliamente aceptada por los oftalmólogos. La OCT es capaz de obtener cortes transversales de los tejidos biológicos tan detallados que podrían equipararse a los cortes histológicos, con la ventaja que supone la obtención de dichas imágenes in vivo y en tiempo real. Otra de las características importantes que aporta su uso es la adquisición de medidas cuantitativas, de manera objetiva y reproducible.<sup>96</sup> Esta herramienta alcanza una penetración de 2 a 3 mm en profundidad; por ello, resulta muy útil en el estudio de órganos accesibles como el globo ocular, siendo esta la causa fundamental de que su uso se haya visto especialmente incrementado en oftalmología, comparado con otros campos biomédicos.

### **I. 4. 1. FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA OCT**

La OCT se fundamenta en principios físicos similares a los del radar o a los de la imagen por ultrasonidos, en los cuales la profundidad a la que se encuentra un tejido específico se mide por el tiempo que tarda la onda reflejada en volver al transductor. La diferencia esencial entre el funcionamiento del OCT y el de los otros sistemas de captación reside en el uso de luz infrarroja en lugar de emplear ondas de radio o ultrasonidos. Otra diferencia añadida es que el rayo de luz se proyecta de manera directa hacia el objeto, sin necesidad de transductor, lo que convierte a la OCT en una técnica de no contacto. De esta manera, la luz pasa a través del sistema óptico y es reflejada por las estructuras que lo componen, siendo posible la medida de dicho tiempo de reflexión. Sabiendo que la velocidad de la luz es de 300.000 Km/s, parece imposible calcular de manera directa el tiempo que ésta tardaría en recorrer unas pocas micras. Para poder calcularlo, se emplea el principio de

interferometría de Michelson<sup>97</sup> que consiste en comparar mediante un interferómetro el tiempo que la luz tarda en volver al dispositivo con el retardo de la luz que retorna desde un punto de referencia. El punto de referencia más comúnmente utilizado es un espejo y ha supuesto la diferencia entre las diversas generaciones de OCT. Así, observamos que en la OCT de dominio temporal (TD-OCT) dicho espejo es móvil, pudiendo realizar movimientos anteroposteriores, mientras que en la OCT de segunda generación, o de dominio espectral (SD-OCT), el espejo de referencia permanece estacionario. La velocidad de captación aumenta al prescindir del tiempo de movimiento del espejo. Esta segunda generación de OCT incorpora una rejilla de división espectral que descompone la luz para poder analizarla y hacer mediciones mediante el interferómetro y el espectrómetro.<sup>98</sup>

La subsiguiente formación de la imagen será por tanto un compendio del total de las señales A-scan recibidas. La imagen obtenida mediante OCT puede representarse en escala de grises, donde una mayor reflectividad corresponderá a una menor intensidad de gris, o en escala de colores para facilitar la interpretación de los datos, donde una reflectividad alta se corresponderá con colores cálidos como el rojo o el blanco, la reflectividad intermedia vendrá representada por el verde y una reflectividad baja se mostrará en colores fríos como el azul o el negro.

#### **I. 4. 2. ADQUISICIÓN DE IMÁGENES CON AS-OCT**

Para asegurar la precisión en la adquisición de imágenes por parte de la OCT visante de segmento anterior (AS-OCT), el aparato debe calibrarse con frecuencia. De esta forma, al encender el dispositivo aparecerá un mensaje en la pantalla que informará acerca del último calibrado realizado. El paciente permanecerá en sedestación durante la prueba. Este se coloca delante de la ventana de captura

apoyando la barbilla y la frente en los soportes destinados a tal uso. Estos soportes se ajustarán en función del tamaño de la cabeza, facilitando el centrado del ojo a examinar frente a la ventana de exploración. En la pantalla podremos elegir uno de los test que contenga el dispositivo.<sup>99</sup>

#### **I. 4. 2. 1. TEST PARA SEGMENTO ANTERIOR**

Este protocolo permite obtener imágenes del segmento anterior, así como la toma de medidas de las diferentes estructuras que contenga. Es posible la captación de una o más imágenes a la vez, atendiendo al ángulo que siga el haz de barrido de captura. De esta forma, se puede obtener una sola imagen en el ángulo del meridiano que se quiera visualizar pero también se puede capturar al mismo tiempo, el meridiano horizontal y vertical escogiendo la opción test dual. Otra opción posible es el test quad, mediante el cual se obtienen los dos meridianos diagonales además del vertical y el horizontal.<sup>100</sup>

#### **I. 4. 2. 2. MAPA PAQUIMÉTRICO**

Este test proporciona la paquimetría o grosor de la córnea en múltiples puntos de manera simultánea.<sup>101</sup>

#### **I. 4. 2. 3. TEST CORNEAL**

Este protocolo, al igual que el test para segmento anterior, permite elegir el meridiano a capturar y el número de imágenes simultáneas a tomar, así como la resolución deseada (estándar o elevada).<sup>102</sup>



#### **I. 4. 2. 4. TEST SIN PROCESADO O “RAW TEST”**

Este examen resulta especialmente útil en el estudio de estructuras opacas como la esclera. Al igual que el test corneal, permite elegir el tipo de resolución deseada (estándar o elevada).

Una vez seleccionado el test, el paciente mirará hacia un punto de fijación interno del dispositivo y se comprobará que el ojo está centrado. Es posible modificar la posición del escáner de captura desde la ventana mediante los controles vertical u horizontal. Cuando la zona a estudiar se encuentre correctamente centrada se presiona la pestaña “capturar” para que el sistema comience a adquirir la información necesaria, la procese y muestre las imágenes en el monitor. Una vez comprobado que la imagen presenta la calidad adecuada y que corresponde a la zona que se quiere explorar, se pulsa “guardar”. El sistema guarda las imágenes atendiendo al ojo estudiado y a la fecha de estudio. Como se ha mencionado en apartados anteriores, la OCT visante permite realizar mediciones sobre las imágenes guardadas. De esta manera, mediante la opción llamada “cáliper”, será posible medir toda estructura presente en la imagen tomada.

#### **I. 4. 3. APLICACIONES CLÍNICAS DEL OCT VISANTE**

##### **I. 4. 3. 1. CÓRNEA**

Esta herramienta es muy útil en el estudio de la morfología corneal en caso de patología degenerativa, infección o intervención quirúrgica. También permitirá situar en profundidad lesiones corneales como leucomas, acúmulos lipídicos o de calcio, y cuerpos extraños, resultando muy útil en la planificación del tratamiento quirúrgico. Por su parte, también será útil en el estudio del segmento anterior a través de una

córnea opaca.<sup>103</sup> Algunas de las situaciones que pueden ser evaluadas mediante OCT visante son las siguientes: queratocono,<sup>104</sup> exploración de la colocación de anillos intraestromales, ectasia corneal post-LASIK,<sup>105</sup> evaluación de flaps corneales post-LASIK,<sup>106</sup> opacidades y adelgazamiento corneal,<sup>102</sup> desprendimiento de descemet<sup>99</sup> y trasplante corneal.<sup>99</sup>

#### **I. 4. 3. 2. CONJUNTIVA**

La OCT visante permite detectar blebs o ampollas conjuntivales incluso cuando estos no son visibles a simple vista. Los blebs pueden estar presentes tras cirugía de vitrectomía, así como después de la inyección de un fármaco intravítreo. Esta herramienta permite analizar la presencia de ampolla conjuntival tras cirugía filtrante, su tamaño, el grosor de la conjuntiva que la recubre y el grado de fibrosis presente.<sup>107</sup>

#### **I. 4. 3. 3. ESCLERA**

La AS-OCT permite visualizar la esclera en su porción anterior y, por tanto, descartar patologías a nivel del espolón escleral o de la esclera más anterior (adelgazamiento escleral, perforación o procesos inflamatorios como en las escleritis<sup>108</sup>). También resulta útil en el análisis del lago escleral tras EPNP<sup>107</sup> o de los túneles esclerales tras VPP. La OCT visante permite evaluar las esclerotomías empleadas durante la práctica de vitrectomía, ya que permanecen visibles en el postoperatorio temprano. Podremos evaluar el trayecto escleral, la presencia de blebs conjuntivales, de desprendimiento coroideo y de encarceración vítrea.<sup>108</sup>

#### **I. 4. 3. 4. CÁMARA ANTERIOR**

Esta herramienta muestra las estructuras del segmento anterior incluso en pacientes con opacidad de medios. Hasta ahora, la exploración en estos pacientes sólo era posible con BMU y ecografía, pero la resolución y el detalle que aporta la OCT visante, la sitúan como una técnica muy beneficiosa en estos casos.<sup>109</sup>

La tomografía permite el seguimiento de los pacientes con hipopion mediante la medición del nivel de dicho hipopion de manera objetiva. Además, si el hipopion fuera tan importante que no permitiese la exploración de la cámara anterior con lámpara de hendidura, la AS-OCT mostraría estas estructuras.<sup>110</sup>

La AS-OCT permite descartar la presencia de recesión angular o desprendimiento coroideo.<sup>111</sup>

La AS-OCT permite visualizar la disposición de la LIO en la cámara anterior, mostrando su relación con el endotelio corneal, el ángulo y el iris. La BMU también puede utilizarse para dicho fin pero la AS-OCT ofrece mejor calidad de imagen y mayor comodidad (paciente sentado, método de no contacto).<sup>111</sup>

#### **I. 4. 3. 5. IRIS Y CUERPO CILIAR**

La OCT visante permite seguir a pacientes con lesiones pigmentadas de iris, sobre todo si éstas se hallan cerca al ángulo. La tomografía permite realizar mediciones precisas acerca de su tamaño y del espacio presente entre la lesión y el ángulo. Un melanoma muestra la misma densidad de pigmento que el epitelio pigmentario del iris en su cara posterior.<sup>112</sup>

Es posible observar un ensanchamiento objetivo del ángulo iridocorneal tras la práctica de una iridotomía. También pueden visualizarse células y pigmento iridiano libres en la cámara anterior.<sup>113</sup>

La configuración del iris plateau o iris en meseta se debe a una inserción anterior del cuerpo ciliar. Hasta ahora, la mejor herramienta para su diagnóstico había sido la BMU; sin embargo, hoy en día la OCT aporta imágenes más detalladas del iris y del cuerpo ciliar.<sup>114</sup>

#### **I. 4. 3. 6. ÁNGULO CORNEOESCLERAL**

La OCT visante obtiene imágenes del ángulo y del espolón escleral de gran calidad y detalle, de forma que podrían reemplazar a la gonioscopia.<sup>114</sup> La AS-OCT proporciona una imagen objetiva del grado de apertura del ángulo en función de las estructuras visibles. Es una herramienta especialmente interesante cuando las córneas están opacificadas. Por otro lado, la luz infrarroja no estimula la pupila, que continuará en miosis durante toda la prueba, dando estabilidad al ángulo.<sup>114</sup>

#### **I. 4. 3. 7 SULCUS**

El sulcus es un espacio virtual situado entre el iris y el cristalino. Antiguamente se ha estudiado mediante la BMU, sin embargo la OCT aporta, al igual que en la exploración de otras estructuras, comodidad y detalle.<sup>111</sup>

Las lentes refractivas intraoculares en pacientes fáquicos se colocan en el sulcus. La OCT de segmento anterior ofrece un estudio preoperatorio muy preciso acerca de las medidas ángulo-ángulo y blanco-blanco, la profundidad de la cámara anterior y el tamaño pupilar, todos ellos parámetros muy importantes en la

planificación de la cirugía. Por su parte en el postoperatorio, la tomografía mostrará la disposición de la LIO con respecto al cristalino.<sup>111</sup>

#### **I. 4. 3. 8. CRISTALINO**

La OCT de segmento anterior permite visualizar el cristalino con mayor detalle que la BMU o la ecografía. Esta exploración resulta importante en los siguientes casos:<sup>99</sup> lenticono, lentiglobo, subluxación del cristalino, catarata, coloboma de cristalino, microesferofaquia y visualización de LIO pseudofáquica en saco.

#### **I. 4. 3. 9. COROIDES**

La OCT visante puede mostrar la presencia de un desprendimiento coroideo anterior hemorrágico o seroso, posibilitando además su seguimiento.<sup>99</sup>

#### **I. 4. 3. 10. ORA SERRATA**

La ora serrata es de difícil exploración mediante oftalmoscopia indirecta dada su localización anterior. Por su parte, la AS-OCT facilita su visualización, siendo capaz de mostrar la existencia de snow-banks en uveítis posteriores.<sup>99</sup>

#### **I. 4. 3. 11. RETINA**

La OCT de segmento anterior permite la visualización de la retina periférica de manera sencilla detallada, mostrando desprendimientos de retina periféricos e incluso desgarros en herradura de gran tamaño.<sup>99</sup>

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

---

## II. 1. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

---

En la última década, la vitrectomía microincisional 23 y 25-gauge se ha convertido en una de las técnicas quirúrgicas más practicadas en cirugía ocular. A diferencia de la vitrectomía 20-gauge, su antecesora, las esclerotomías microincisionales supusieron la obtención de incisiones autosellables que permitían su cierre al término de la cirugía sin necesidad de suturas.<sup>8,10</sup> La ausencia de suturas redujo la sensación postoperatoria de cuerpo extraño<sup>115</sup> así como la aparición de astigmatismo inducido.<sup>116</sup> No obstante, el uso de esclerotomías sin sutura se ha asociado a tasas de hipotonía y de endoftalmitis postoperatorias mayores que las obtenidas tras vitrectomía cuyas incisiones fueron suturadas.<sup>44,117,118</sup>

En los últimos años, diversos estudios han analizado la influencia de factores implicados en la capacidad de cierre de las esclerotomías sin sutura, como suponen el calibre incisional,<sup>119</sup> la angulación de la entrada escleral,<sup>13</sup> la patología que motiva la cirugía,<sup>120</sup> la práctica de vitrectomía previa<sup>120</sup> y la duración de la intervención.<sup>120</sup> Sin embargo, otros factores como son la técnica de extracción de las cánulas esclerales al término de la cirugía y la presencia de encarceración vítrea a nivel de las esclerotomías también pudieran influir sobre la competencia de las incisiones.<sup>43,121</sup>

Dado el elevado número de intervenciones de vitrectomía microincisional sin sutura que se realiza en todo el mundo, y la importancia que supone la identificación de factores implicados en la mayor capacidad de cierre escleral, cuyo conocimiento pudiera reducir la tasa de complicaciones postoperatorias tan importantes a nivel clínico como suponen la presencia de hipotonía ocular<sup>117</sup> y de endoftalmitis,<sup>44,118</sup> entendemos como muy interesante su estudio. En caso de asociación positiva entre la presencia de encarceración vítrea y una mayor capacidad de cierre incisional, los beneficios de maniobras que reducen la tasa de encarceración vítrea incisional postoperatoria, como son el afeitado de vítreo periférico situado alrededor de las esclerotomías<sup>41</sup> o la extracción de las cánulas con la sonda de luz introducida,<sup>43</sup> que

se realizan de forma rutinaria durante la práctica de vitrectomía, bien pudieran cuestionarse.

Por ello, proponemos evaluar en un modelo animal previamente validado para el estudio de esclerotomías empleadas en vitrectomía microincisional,<sup>43,119</sup> la presencia de ampollas conjuntivales adyacentes a las esclerotomías tras vitrectomía, en función de la maniobra de extracción canular empleada y de la presencia de encarceración vítrea a nivel incisional. El uso simultáneo de la OCT de segmento anterior, la BMU y la visualización directa (microscopio quirúrgico) en el análisis de las esclerotomías permitirá conocer la capacidad de estos métodos diagnósticos en la detección de blebs conjuntivales.

El análisis de las esclerotomías mediante BMU en el postoperatorio inmediato, así como el estudio de la cara interna de las esclerotomías para la evaluación de la encarceración vítrea justifican el uso de un modelo animal.

## **II. 2. HIPÓTESIS DEL TRABAJO**

---

Es posible evaluar, sobre un modelo animal validado de ojos sometidos a vitrectomía microincisional sin suturas, la influencia que ejercen la encarceración vítrea incisional y la técnica de extracción canular sobre la presencia de ampollas conjuntivales a nivel de las esclerotomías tras vitrectomía. Así mismo, este modelo nos permitirá comparar la capacidad de detección de ampollas conjuntivales adyacentes a las esclerotomías que muestran la OCT de segmento anterior, la BMU y la visualización directa por medio del microscopio quirúrgico.



## III. OBJETIVOS

---

### III. OBJETIVOS

---

Los objetivos del presente trabajo experimental son los siguientes:

1. Estudiar, en un modelo experimental animal que simula las condiciones encontradas en la práctica habitual de vitrectomía microincisional en humanos, la presencia de ampollas conjuntivales adyacentes a las esclerotomías tras la práctica de vitrectomía.
2. Analizar, en nuestro modelo animal, la capacidad de detección de ampollas subconjuntivales post-vitrectomía que ofrecen la OCT de segmento anterior, la BMU y la visualización directa por medio del microscopio quirúrgico, con el fin de identificar el método más sensible para su estudio.
3. Determinar, en nuestro modelo animal, la influencia que ejerce la técnica de extracción canular (retirada de la cánula con la sonda de iluminación introducida o el tapón canular insertado) sobre la presencia de blebs conjuntivales y, por tanto, sobre competencia incisional tras vitrectomía.
4. Evaluar, en nuestro modelo animal, la influencia que ejerce la presencia de encarceración vítrea sobre la capacidad de cierre de las esclerotomías sin sutura tras vitrectomía.
5. Determinar, en nuestro modelo animal, si el diferente uso al que se someten las esclerotomías oblicuas sin sutura (sonda del vitrectomo/sonda de luz) supone una diferencia en cuanto a la competencia incisional tras vitrectomía.

# IV. MATERIAL Y MÉTODOS

---

## **IV. 1. MATERIAL**

---

### **IV. 1. 1. OJOS DE CERDO. MUESTRA DEL ESTUDIO**

Para realizar este estudio experimental, prospectivo, aleatorizado y con observador enmascarado, seleccionamos un total de 160 ojos de cerdo, pertenecientes a 92 animales de la especie *Sus scrofa domesticus*, que pesaban una media de 74,5 kg en el momento de su muerte (rango: 60-80 kg).

Cada uno de los ojos fue enucleado manteniendo su conjuntiva intacta (enucleación modificada) 3 horas antes de su uso y conservado en una cámara frigorífica a 4°C hasta ese momento. 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 160 ojos de cerdo seleccionados en un primer momento, excluimos 6 de ellos por presentar defectos conjuntivales, 3 por opacidad de cristalino importante, 2 por signos evidentes de escleromalacia y 1 por opacidad corneal severa. Sobre los 148 ojos restantes, practicamos vitrectomía microincisional 23-gauge por vía *pars plana*. No obstante, excluimos 2 ojos por desprendimiento de retina iatrogénico. De esta forma, fueron 146 ojos de cerdo (70 derechos y 76 izquierdos) los que finalmente se analizaron en este estudio.

- **Criterios de inclusión**

Ojos de cerdo enucleados 3 horas antes de su uso, conservados durante ese tiempo en una cámara frigorífica a 4°C. Los ojos correspondían a cerdos de la especie *Sus scrofa domesticus*, con pesos comprendidos entre 60 y 80 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:
  - Daños en el cristalino:
    - Formación de catarata iatrogénica.
    - Subluxación a cavidad vítrea.
  - Desprendimiento de retina.

#### **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 órbitas. Laboratorios Alcon, Alcobendas, Madrid. España.
- Compás quirúrgico. K3-9000. Katena.
- 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 Volk Miniquad. Sistema de contacto indirecto.

- 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<sup>TM</sup>.
- Triamcinolona acetónido. Trigon Depot; Bristol-Myers-Squibb, New York, NY.
- Hemostetas. Esponjas absorbentes oculares. R 581089 Vispear <sup>TM</sup> eye sponge. Visitec <sup>TM</sup>. Becton Dickinson and company. Franklin Lakes. USA.
- Tomografía de coherencia óptica de segmento anterior. OCT visante 3.0; Carl Zeiss Meditec, Inc. Dublin, California.
- Biomicroscopio ultrasónico. OTI HF 35-50 Ultrasound Biomicroscopy System; Ophthalmic Technologies, Inc., Toronto, Ontario, Canada.

## **IV. 2. MÉTODOS**

---

### **IV. 2. 1. TÉCNICA QUIRÚRGICA**

Todas las intervenciones fueron realizadas en los laboratorios Alcon (Alcobendas, Madrid) por el mismo cirujano (A.P.C.) y ayudante (C.C.G.).

Para las intervenciones se utilizó un microscopio quirúrgico (Opmi-Visu 200, Carl Zeiss. Oberkochen, Germany) con dos binoculares que permitió la participación activa de ambos doctores. El microscopio contaba con un pedal de control que, manejado con el pie izquierdo, permitía enfocar, desplazar y ajustar el zoom del aparato, así como encender y apagar la 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 se hallaba establecida. Una vez que el aparato se ha encendido y se ha confirmado que la presión neumática ofrecida por la bombona de gas es la 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-gauge.

Acto seguido, conectamos la vía neumática del vitrectomo 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 vitrectomo.



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 extremo de la vía de infusión se encuentra una llave de tres pasos y la cánula de irrigación, que insertaremos en la cánula transescleral temporal inferior.

Posteriormente, introducimos la sonda del vitrectomo y la de la extrusión en un recipiente con solución salina balanceada, y dejamos que el sistema realice un test de comprobación. La máquina revisará la aspiración y corte del vitrectomo, 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 vitrectomo 23-gauge. 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 vitrectomo lo situamos entre 1000 y 2500 cortes por minuto, según esté 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 de 35 mmHg durante la realización de la vitrectomía y una presión de 10 mmHg en el momento de la extracción de las cánulas esclerales, una vez finalizado el procedimiento quirúrgico. 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 vitrectomo.

#### **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. 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.

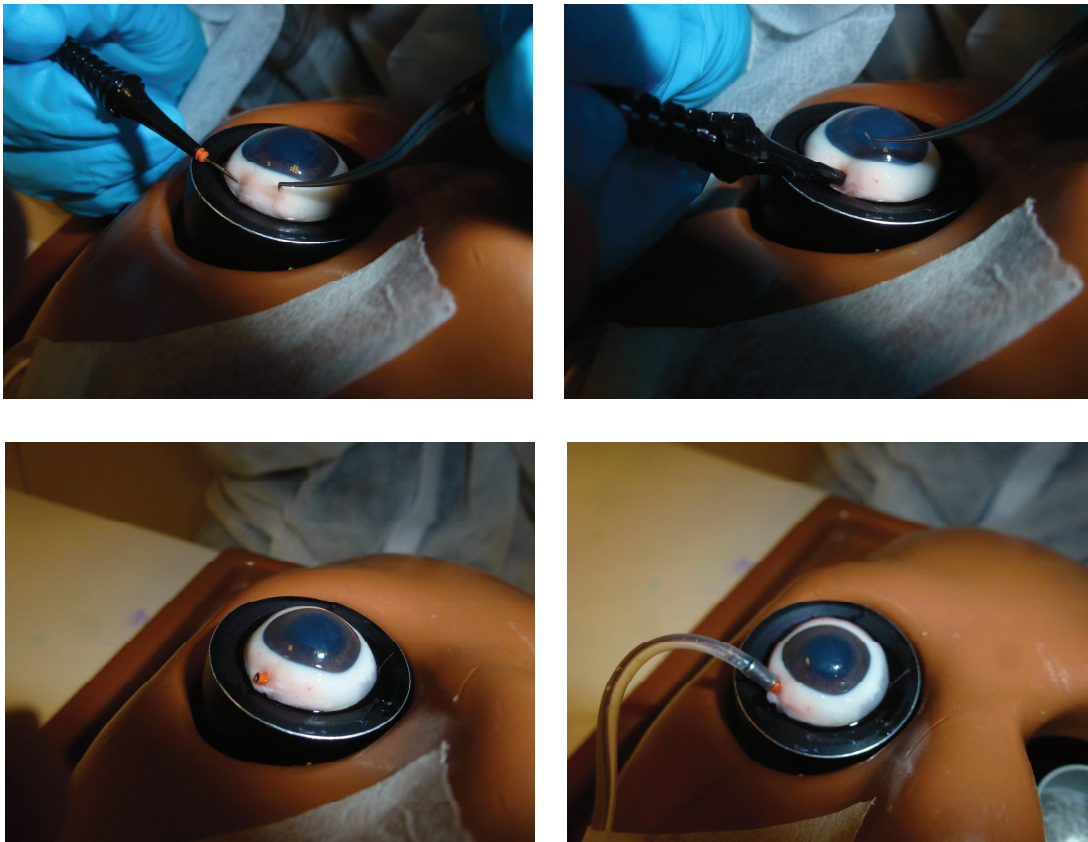
A continuación, localizamos la *pars plana* por la que accederemos al interior del ojo. En el cerdo, la *pars plana* mide 2 mm de ancho, y se encuentra entre los 4,5 y los 6,5 mm de distancia del limbo esclerocorneal.<sup>122</sup> Para localizar este punto, usamos un compás quirúrgico con el que medimos 5,5 mm desde el limbo esclerocorneal.

Cada una de las 3 esclerotomías transconjuntivales, necesarias para realizar la vitrectomía por vía *pars plana*, se crearon mediante incisiones oblicuas en los cuadrantes temporal inferior, temporal superior y nasal superior, con esclerotomos 23-gauge (0,74 mm de diámetro).<sup>123</sup> De esta forma, en los ojos derechos, introducimos las cánulas destinadas al paso de la vía de infusión, la sonda del vitrectomo (manipulada por la mano dominante) y el terminal de luz (manejada por la mano no dominante) a través de los cuadrantes temporal inferior (7 horas), temporal superior (10 horas) y nasal superior (2 horas) respectivamente. Por su parte, en los ojos izquierdos insertamos las cánulas empleadas por la infusión, el vitrectomo y la iluminación a través de los cuadrantes temporal inferior (4 horas), nasal superior (10 horas) y temporal superior (2 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

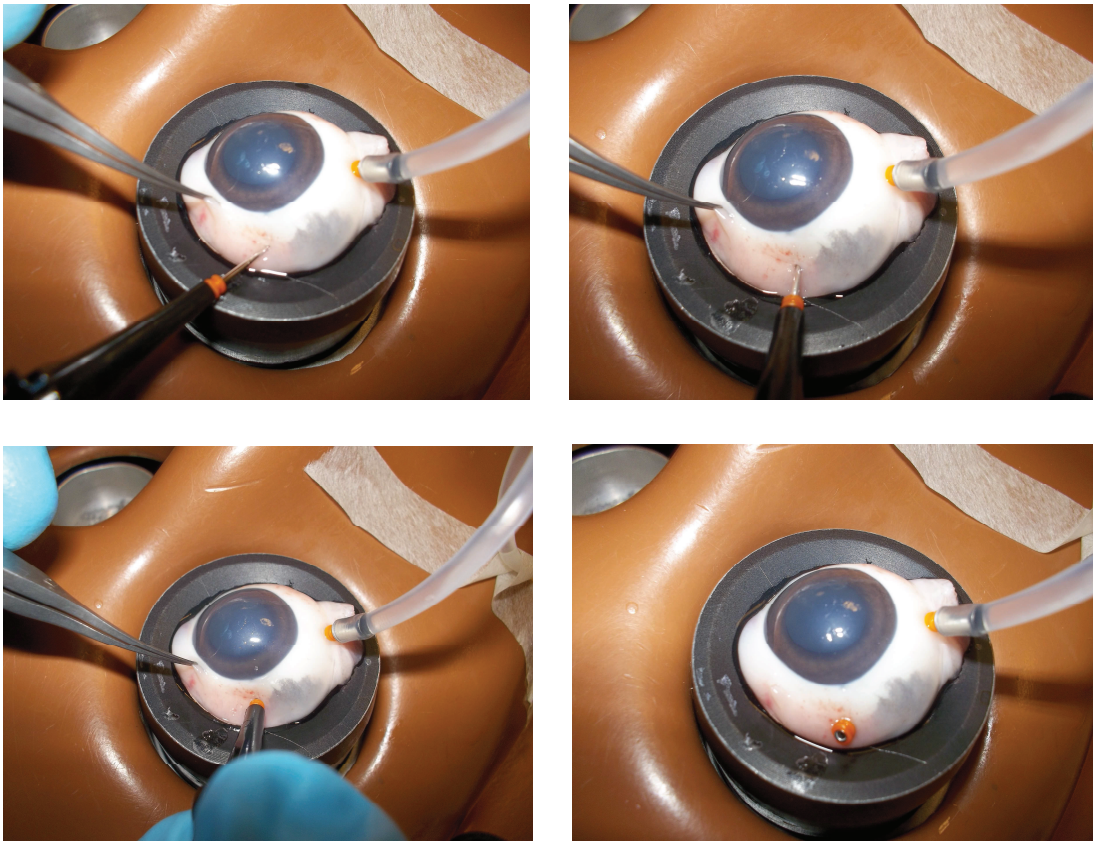
escleral, en dirección paralela al limbo, apuntando a las 3 horas si se trata del trocar insertado en el cuadrante nasal-superior derecho o temporal-superior izquierdo, a las 6 horas si nos referimos al esclerotomo introducido en el cuadrante temporal-inferior derecho o izquierdo, y a las 9 horas si 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 ocular. 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 23-gauge en el cuadrante inferotemporal (figura 1) y la fijamos al soporte facial con papel. 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.

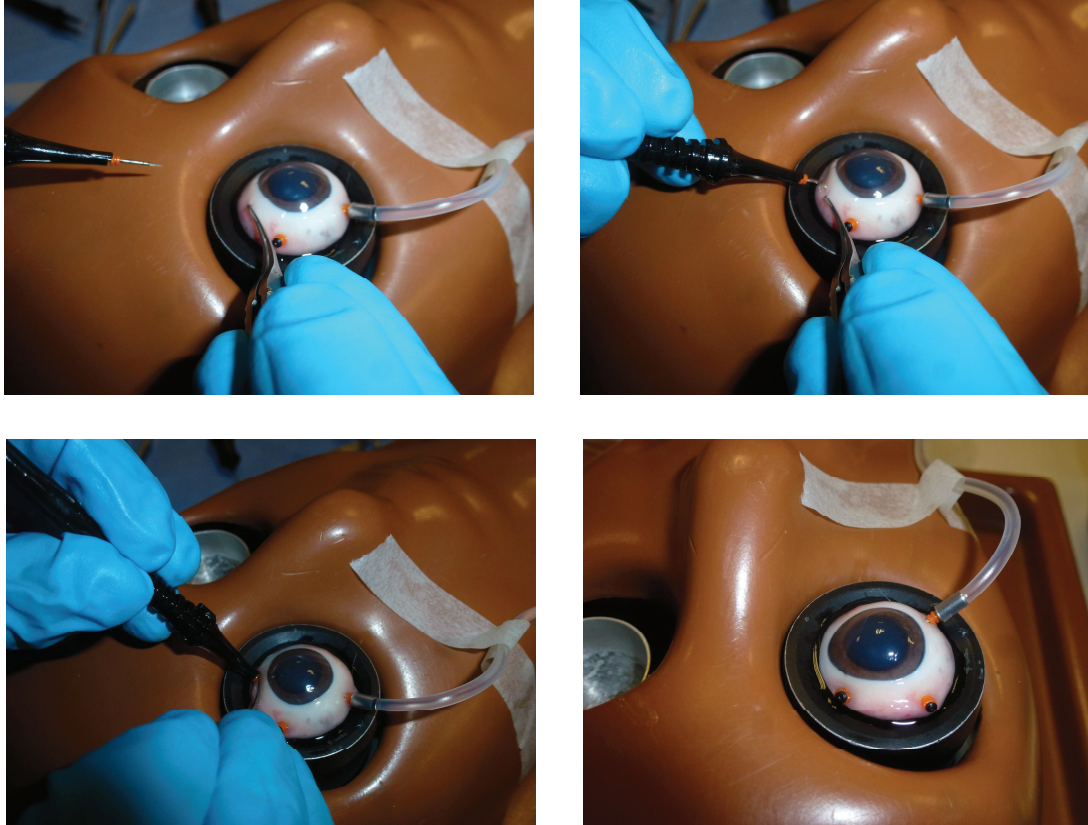


**Figura 1.** Arriba izquierda/Arriba derecha - Se inserta el esclerotomo 23-gauge de forma oblicua, hasta el inicio de la cánula, por vía pars plana. Abajo izquierda – Cánula insertada, ligeramente inclinada. Abajo derecha - Se introduce la vía infusión en la cánula ya insertada.

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



**Figura 2.** Arriba izquierda/Arriba derecha/Abajo izquierda - Se inserta el esclerotomo de forma oblicua, hasta el inicio de la cánula; A continuación, se rectifica la dirección del trocar, y se termina de insertar de forma perpendicular a la superficie escleral. Abajo derecha – Cánula insertada, ligeramente inclinada.



**Figura 3.** Arriba izquierda/Arriba derecha/Abajo izquierda - Se inserta el esclerotomo de forma oblicua, hasta el inicio de la cánula; A continuación, se rectifica la dirección del trocar, y se termina de insertar de forma perpendicular a la superficie escleral. Abajo derecha - Cánula insertada, ligeramente inclinada.

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

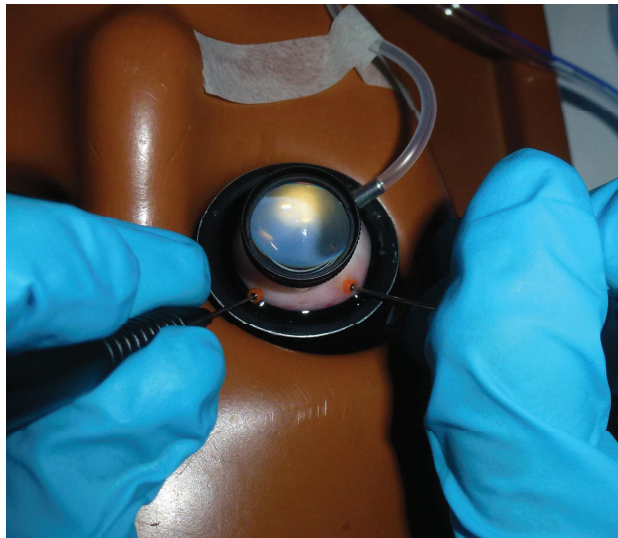
#### **IV. 2. 1. 3. VITRECTOMÍA POR VÍA *PARS PLANA***

La vitrectomía por *vía pars plana* la realizamos con el sistema de vitrectomía Accurus 800CS (figura 4), que cuenta con el sistema VGFI (Vented Gas Forced Infusion) de control de presiones.

La pieza de mano del vitrectomo consiste en un cilindro de metal con un soporte de plástico que permite su manejo con la mano dominante. La pieza de mano del vitrectomo 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 vitrectomo se realiza mediante el pedal. El modo de vitrectomía 3D nos permite controlar de forma eficaz el vacío aplicado y la frecuencia de corte de la cabeza del vitrectomo en las diferentes etapas de la cirugía. De esta forma, a mayor profundidad de pisada del pedal, la presión de aspiración aumenta y el número de cortes por minuto disminuye, y viceversa. 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. 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 manera, al trabajar en las proximidades de la retina, adquirimos una actitud quirúrgica más conservadora.

Durante la vitrectomía, mantendremos una presión de infusión constante de 35 mmHg.



**Figura 4.** Vitrectomía por vía pars plana en desarrollo.

Una vez concluida la cirugía, retiramos las sondas del vitrectomo y de la iluminación endocular, y confirmamos que la vitrectomía periférica ha sido eficaz, comprobando la salida libre de solución salina balanceada intraocular a través de las cánulas que dejamos sin tapar.



#### **IV. 2. 1. 4. INTRODUCCIÓN DE TRIAMCINOLONA ACETÓNIDO 40 MG/ML (TRIGON DEPOT®)**

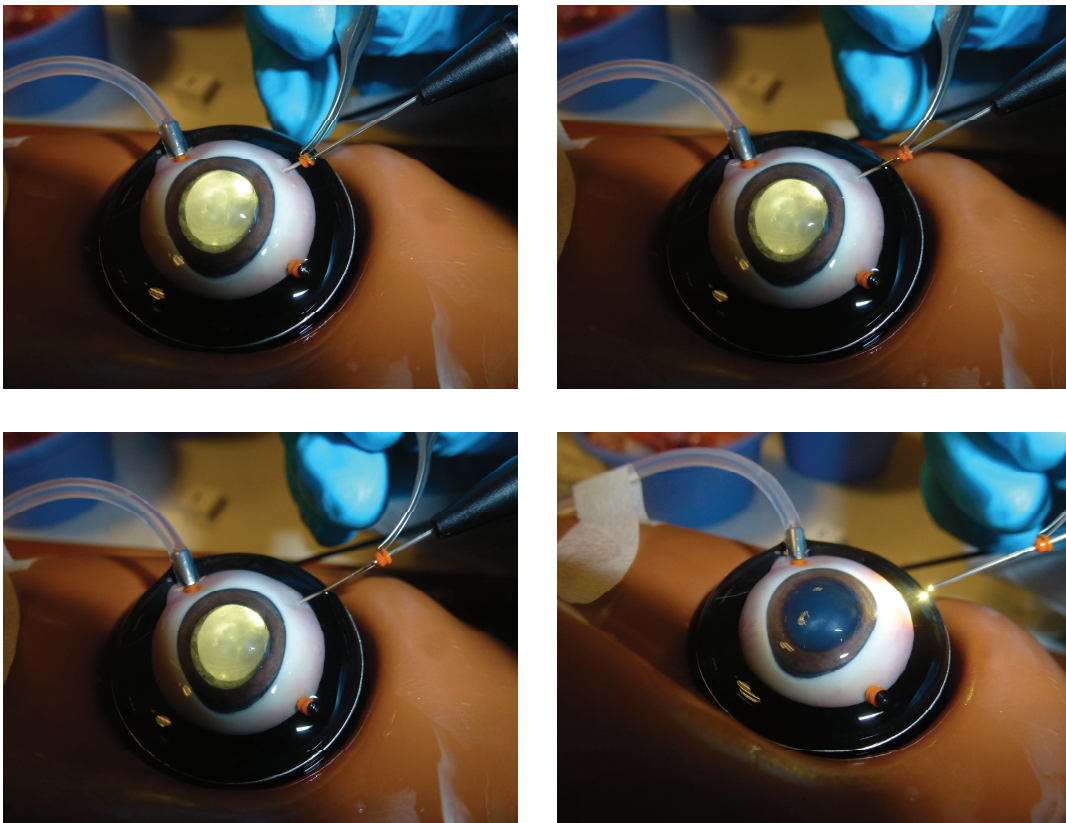
Una vez terminada la vitrectomía, el cirujano ayudante interrumpe la entrada al ojo de solución salina balanceada a nivel de la llave de tres pasos y carga triamcinolona acetónido 40 mg/ml (TrigonDepot®) en una jeringa de 1 ml utilizando una aguja de 21-gauge (figura 5). A continuación, establecemos una presión de infusión de 10 mmHg, extraemos la sonda del vitrectomo e introducimos a través de su cánula escleral 1 ml de dicha solución de triamcinolona acetónido, mediante una cánula 23gauge.



*Figura 5. Inyección de triamcinolona acetónido en la cavidad intravítrea.*

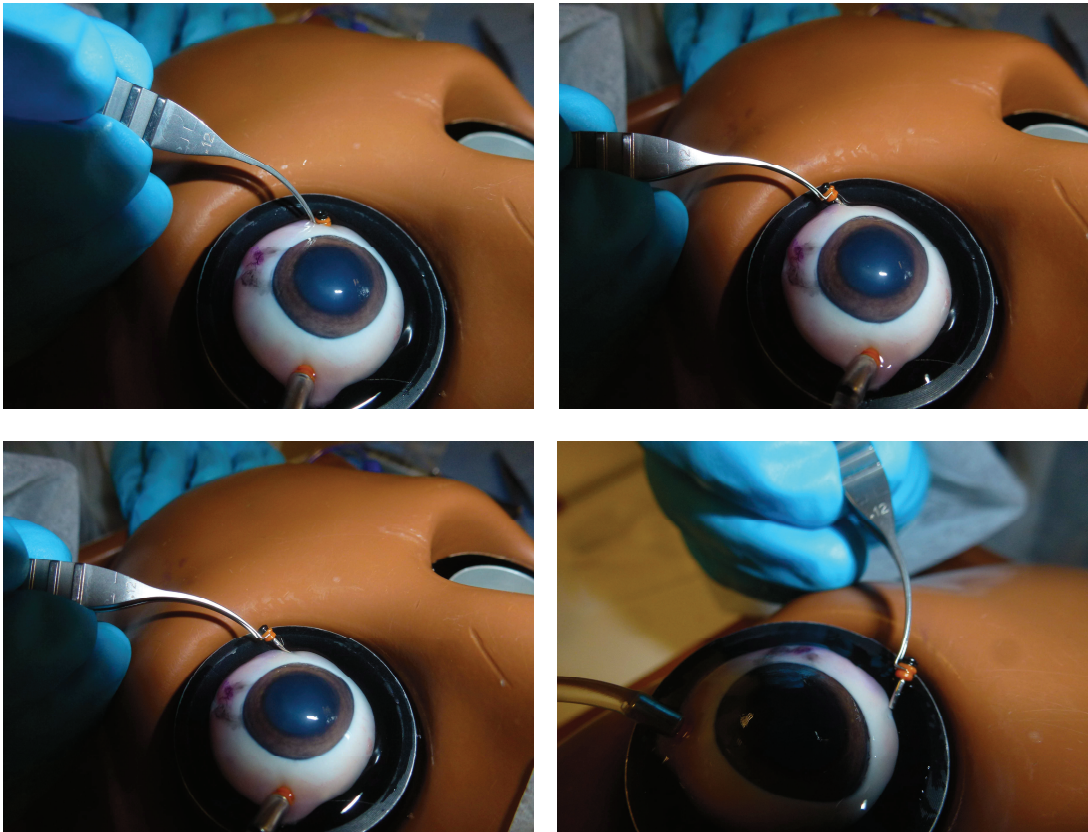
#### IV. 2. 1. 5. RETIRADA DE CÁNULAS

Al finalizar la vitrectomía y con una presión de infusión a 10 mmHg, retiramos las cánulas superiores con una pinza siguiendo el trayecto oblicuo de las incisiones. Para ello durante la extracción canular, introducimos en 73 de los ojos escogidos de manera aleatoria, la sonda de luz en el interior de las cánulas utilizadas por el vitrectomo durante la cirugía, sobrepasando en 2 ó 3 mm los 4 mm de longitud que tiene la cánula (figura 6). En esos mismos ojos, extraemos las cánulas destinadas al paso de la sonda de luz con el tapón canular insertado a su través (figura 7).



*Figura 6. Cánulas retiradas con la sonda de luz insertada a su través.*

Por otro lado, en los 73 ojos restantes realizamos la maniobra contraria, es decir, retiramos las cánulas empleadas por la sonda del vitrectomo con el tapón canular insertado, y la cánulas utilizadas por la luz endocular introduciendo el terminal de iluminación a su través.



*Figura 7. Cánulas retiradas con el tapón canular insertado.*

Por último, las cánulas utilizadas para el paso de la vía de infusión fueron extraídas con la línea de infusión insertada a su través en los 146 ojos analizados (figura 8).



**Figura 8.** La cánula destinada al paso de la línea de infusión fue retirada con el terminal de infusión insertado en ésta.

## **IV. 2. 1. 6. ESTUDIO DE LAS ESCLEROTOMÍAS**

### **IV. 2. 1. 6. 1. EXPLORACIÓN EXTERNA MEDIANTE MICROSCOPIO QUIRÚRGICO**

- **Exploración de la presencia de ampolla conjuntival**

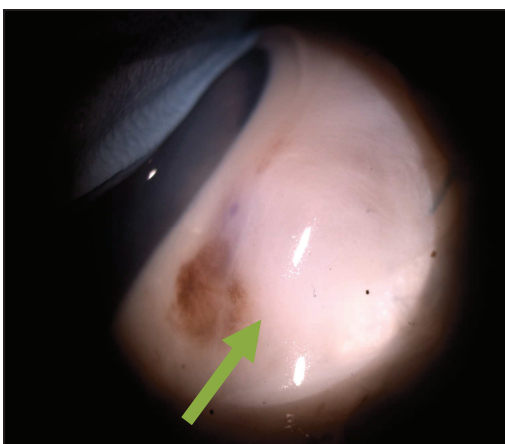
Una vez retiradas las cánulas, un observador enmascarado (J.B.H.) comprobó, por medio del microscopio quirúrgico (Opmi-Visu 200, Carl Zeiss. Oberkochen, Germany), la existencia de ampollas conjuntivales adyacentes a la incisión escleral. En caso de no hallar bleb conjuntival, clasificamos este como grado 0 (figura 9). Un bleb conjuntival ligero, que a nuestro juicio no requeriría de sutura escleral fue entendido como bleb grado 1 (figura 10), mientras que la presencia de una ampolla conjuntival importante, que haría necesaria la sutura incisional, fue clasificada como ampolla grado 2 (figura 11).



**Figura 9.** Ampolla conjuntival grado 0.



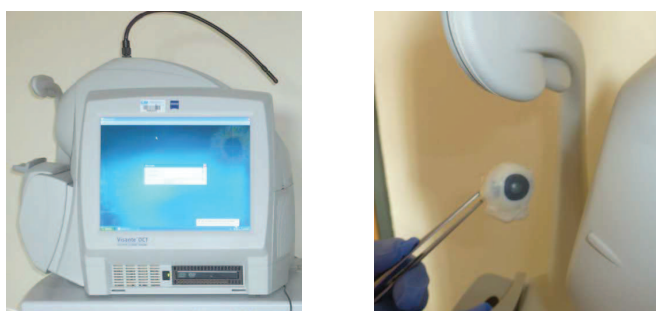
**Figura 10.** Ampolla conjuntival grado 1.



**Figura 11.** Ampolla conjuntival grado 2.

#### IV. 2. 1. 6. 2. ESTUDIO MEDIANTE OCT ANTERIOR

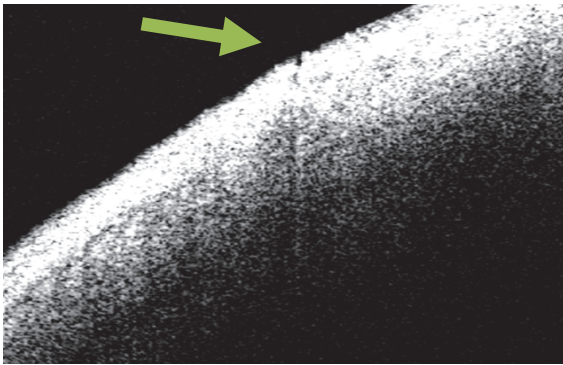
Una vez terminada cada una de las vitrectomías y después de evaluar las incisiones mediante visualización externa, estudiamos las incisiones esclerales mediante OCT anterior (Visante AS-OCT system, Carl Zeiss Inc., Dublin, CA, USA). Para ello, el ayudante sujeta el ojo de la porción extraocular del nervio óptico con una pinza y coloca la incisión frente al escáner del OCT (figura 12). Analizamos cada una de las tres esclerotomías de los 146 ojos mediante el protocolo *Raw High Resolution*. Situamos la luz del escáner del OCT sobre cada una de las esclerotomías y evaluamos el trayecto completo de estas, así como los extremos interno y externo de las incisiones. Realizamos tres medidas, y seleccionamos aquella que mejor mostrara la estructura a estudiar.



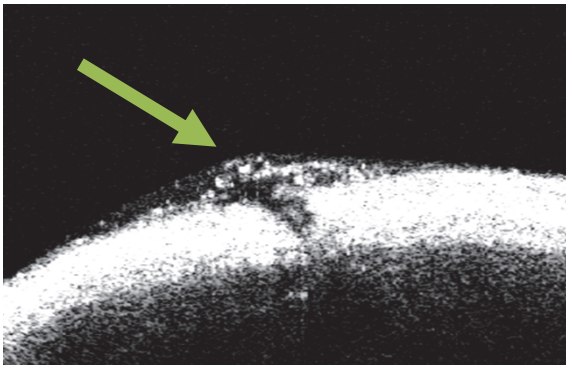
**Figura 12.** Izquierda – OCT Visante. Derecha – Ojo frente a escáner del OCT para el análisis incisional

- **Exploración de la presencia de ampolla conjuntival**

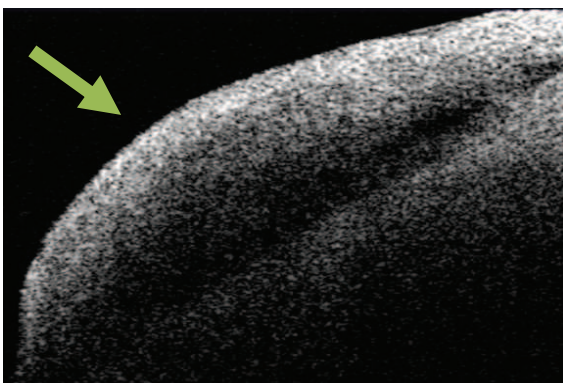
El observador enmascarado (J.B.H.) evaluó la presencia de ampolla conjuntival a partir de las imágenes obtenidas mediante OCT, clasificando esta como grado 0 en caso de no existir contenido subconjuntival (figura 13), grado 1 si observamos la presencia de contenido subconjuntival de un espesor igual o menor a la mitad del grosor escleral subyacente medido con cáliper (figura 14), y grado 2 si hallamos la presencia de contenido subconjuntival de un espesor mayor al de la mitad del grosor de la pared escleral (figura 15).



**Figura 13.** Imágenes de OCT anterior. Ausencia de ampolla conjuntival (bleb grado 0).



**Figura 14.** Imágenes de OCT anterior. Ampolla conjuntival grado 1.

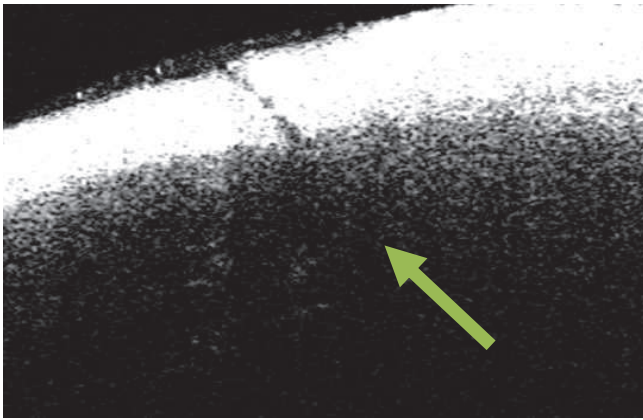


**Figura 15.** Imágenes de OCT anterior. Ampolla conjuntival grado 2.

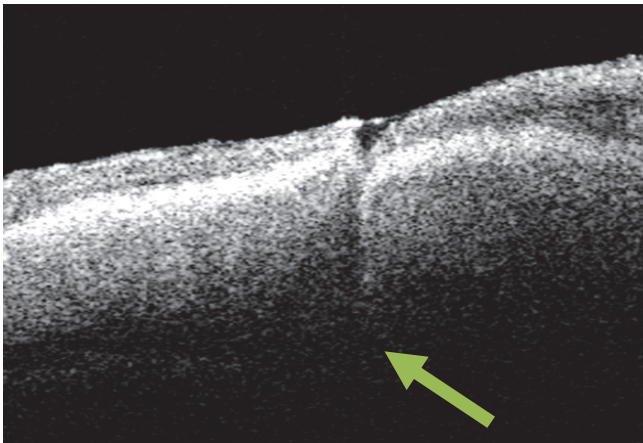


- **Exploración de la existencia de incarceration vítrea**

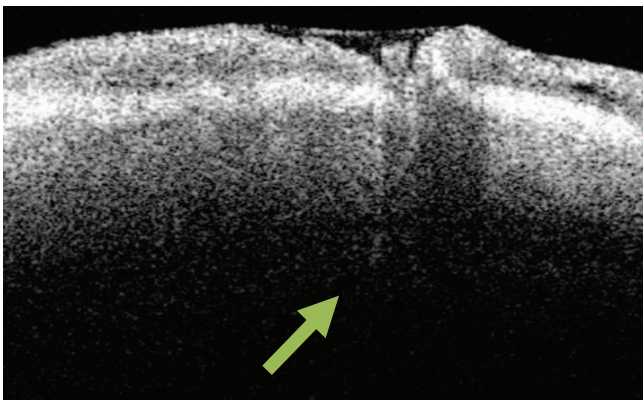
El observador enmascarado (J.B.H.) valoró también la presencia de incarceration vítrea incisional mediante OCT anterior clasificándola en grados, de forma que el grado 0 correspondía a la ausencia de material hiperreflectante atrapado en el extremo interno del túnel escleral y procedente de la cavidad vítrea (figura 16), el grado 1 se definió como la presencia de una brida delgada de material hiperreflectante en el túnel escleral o entrando hacia el mismo (figura 17), y el grado 2 como la existencia de una brida hiperreflectante gruesa en la esclerotomía o entrando hacia la misma (figura 18).



**Figura 16.** Imágenes de OCT anterior. Incarceración vítrea grado 0.



**Figura 17.** Imágenes de OCT anterior. Incarceración vítrea grado 1.



**Figura 18.** Imágenes de OCT anterior. Incarceración vítrea grado 2.

### IV. 2. 1. 6. 3. ESTUDIO MEDIANTE BMU

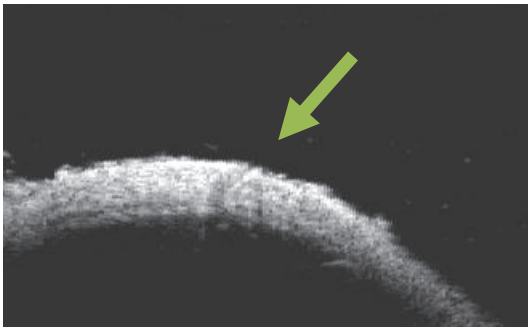
Una vez analizadas las incisiones mediante OCT de segmento anterior, hicimos lo propio con la BMU (OTI HF 35-50 Ultrasound Biomicroscopy System, Ontario, Canada). Para ello, colocamos el ojo a estudiar en un recipiente que contenía suero fisiológico, y situamos la sonda de la BMU sobre la esclerotomía a estudiar, analizando el trayecto completo de la esclerotomía y los extremos interno y externo de la incisión (figura 19). De esta forma, capturamos tres imágenes de cada esclerotomía, seleccionando para el análisis la que mejor mostrara la morfología de la incisión.



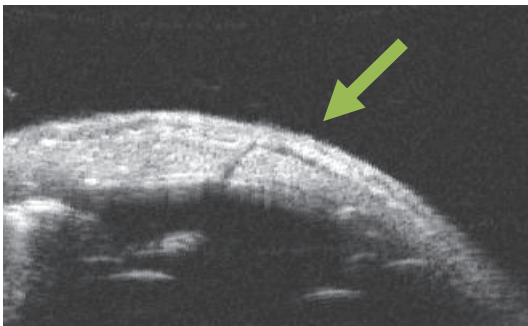
*Figura 19. Exploración incisional mediante BMU*

- **Exploración de la presencia de ampolla conjuntival**

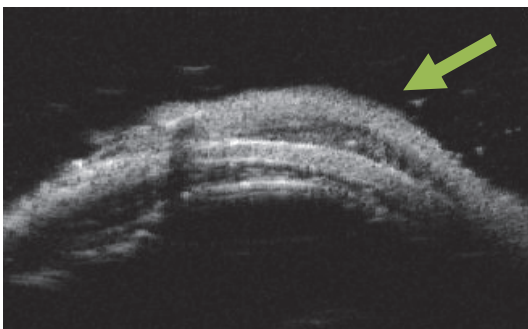
El observador enmascarado (J.B.H.) evaluó la presencia de ampolla conjuntival a partir de las imágenes obtenidas mediante BMU, clasificando esta como grado 0 en caso de no existir contenido entre la conjuntiva y la esclera (figura 20), grado 1 si observamos contenido subconjuntival de espesor igual o menor a la mitad del grosor escleral medido mediante cáliper (figura 21), y grado 2 si hallamos contenido subconjuntival de espesor mayor a la mitad del grosor escleral (figura 22).



**Figura 20.** Imágenes de BMU. Ampolla conjuntival grado 0.



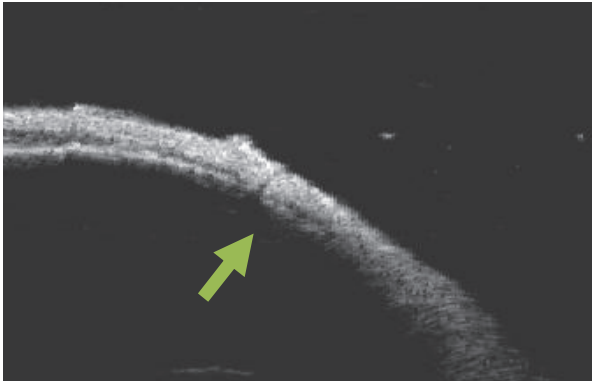
**Figura 21.** Imágenes de BMU. Ampolla conjuntival grado 1.



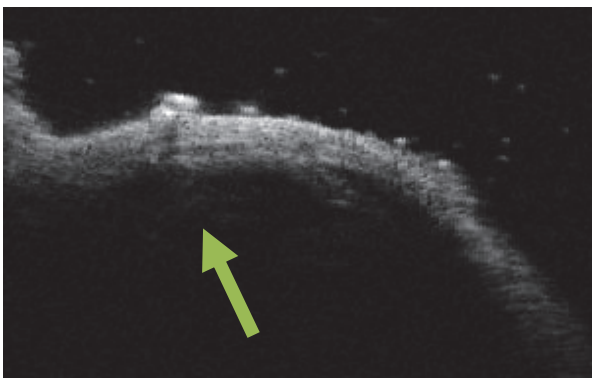
**Figura 22.** Imágenes de BMU. Ampolla conjuntival grado 2.

- **Exploración de la existencia de encarceración vítrea**

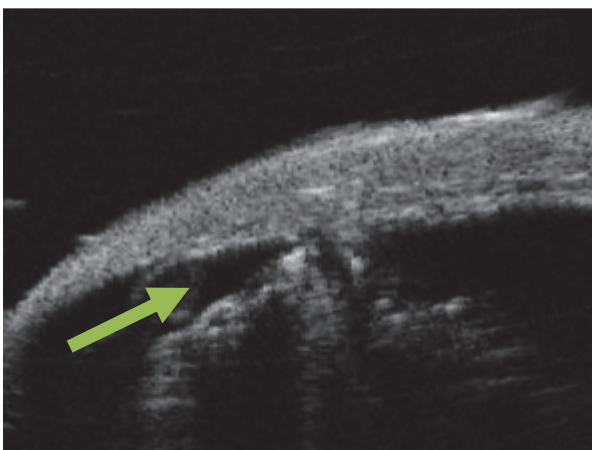
El observador enmascarado (J.B.H.) valoró también la presencia de encarceración vítrea incisional mediante BMU clasificándola en grados, de forma que el grado 0 correspondía a la ausencia de material hiperecogénico atrapado en el extremo interno del túnel escleral y procedente de la cavidad vítrea (figura 23), el grado 1 se definió como la presencia de una brida delgada de material hiperecogénico en el túnel escleral o entrando hacia el mismo (figura 24), y el grado 2 como la existencia de una brida hiperecogénica gruesa en la esclerotomía o entrando hacia la misma (figura 25).



**Figura 23.** Imágenes de BMU. Incarceración vítrea grado 0.



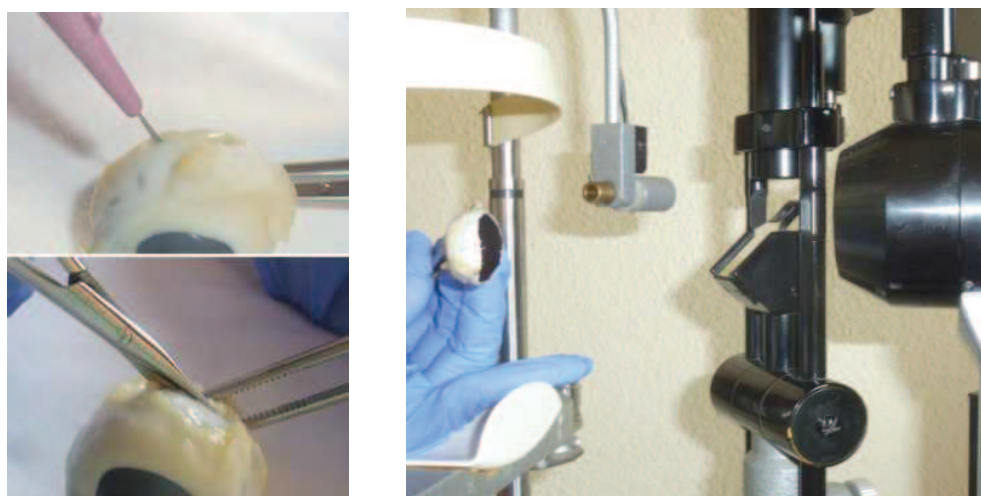
**Figura 24.** Imágenes de BMU. Incarceración vítrea grado 1.



**Figura 25.** Imágenes de BMU. Incarceración vítrea grado 2.

#### IV. 2. 1. 6. 4. EXPLORACIÓN INTERNA MEDIANTE BIOMICROSCOPIA ANTERIOR

Por último, seccionamos cada ojo en dos mediante un corte coronal a nivel del tercio posterior del ojo. Para ello en primer lugar, realizamos una incisión escleral paralela al limbo corneoescleral de aproximadamente 1 cm con un bisturí nº 15, a nivel del 1/3 posterior del globo. Acto seguido, introducimos por la incisión una de las ramas de una tijera tipo wescott y completamos el corte del globo ocular a lo largo de los 360°, quedando expuesta la cara posterior del cristalino y los 2/3 anteriores de la cavidad vítrea tapizada por la *pars plicata*, la *pars plana* y la retina. A continuación, un ayudante sujeta el ojo con una pinza y lo sitúa frente a la lámpara de hendidura (figura 26).

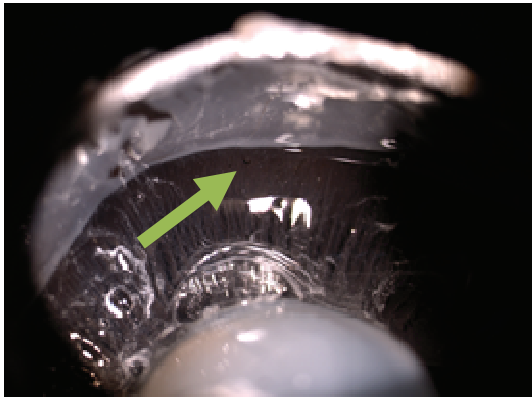


**Figura 26.** Izquierda – Sección del ojo mediante corte coronal a nivel del tercio posterior del ojo. Derecha – Evaluación de la cara interna de las esclerotomías mediante lámpara de hendidura.

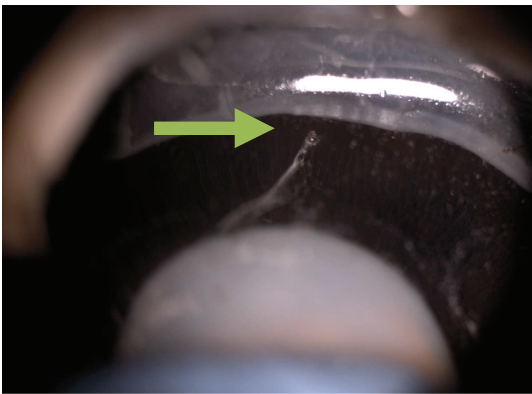
- **Exploración de la existencia de incarceration vítreo**

Un observador enmascarado (J.B.H.) evaluó a través de la lámpara de hendidura la presencia de bridas vítreas incisionales, teñidas de blanco por la triamcinolona acetónido, y las clasificó en grados de forma que el grado 0 correspondía a la ausencia de atrapamiento vítreo incisional (figura 27), el grado 1 se definió como la presencia de tractos vítreos delgados o un pequeño remolino entrando por el extremo interno de la esclerotomía (figura 28), y el grado 2 como la existencia de una bridas vítreas gruesas o un remolino vítreo importante entrando en la esclerotomía (figura 29).





**Figura 27.** Exploración interna mediante biomicroscopía anterior. Incarceración vítrea grado 0.



**Figura 28.** Exploración interna mediante biomicroscopía anterior. Incarceración vítrea grado 1.



**Figura 29.** Exploración interna mediante biomicroscopía anterior. Incarceración vítrea grado 2.

#### **IV. 2. 2. VARIABLES ESTUDIADAS**

Consideramos como variable dependiente la presencia de ampolla conjuntival. Se trata de una variable de naturaleza cualitativa, dicotómica y nominal, cuando consiste en presencia o ausencia de bleb. Por su parte, se trata de una variable cualitativa, politómica y ordinal en su tratamiento estadístico cuando la ampolla conjuntival se clasifica en grados 0, 1 ó 2.

Por otro lado, consideramos como variables independientes de naturaleza cualitativa, nominal y dicotómica la técnica de extracción canular (retirada canular con la sonda de luz introducida, o con el tapón canular insertado), la presencia o ausencia de atrapamiento vítreo incisional y el uso al que se destinan las esclerotomías (paso de la sonda del vitrectomo o de la sonda de la luz). El grado de atrapamiento incisional (grado 0, 1 ó 2) se considera una variable cualitativa, politómica, ordinal.

#### **IV. 2. 3. MÉTODO ESTADÍSTICO**

El análisis estadístico de los datos se ha realizado mediante el programa SPSS 20.0.

El estudio comparativo del número de esclerotomías que presentaron ampolla conjuntival con los diferentes métodos de exploración (OCT, BMU y visualización directa) se realizó mediante el test de dos proporciones apareadas de McNemar, aplicando a continuación el test exacto de Fisher para comprobar el grado de asociación existente entre los métodos de exploración evaluados. Por su parte, el análisis comparativo del grado de ampolla conjuntival hallado en las esclerotomías analizadas, mediante los diferentes métodos de exploración utilizados, se realizó usando el test de los rangos con signo de Wilcoxon para distribuciones apareadas. A continuación, evaluamos el grado de asociación existente entre los métodos de exploración empleados mediante los coeficientes de correlación no paramétricos Rho de Spearman (R) y Tau b de Kendall (T).

El estudio comparativo de la tasa de esclerotomías que presentaron ampolla conjuntival, en función de la técnica de extracción canular practicada (retirada de la cánula con la sonda de luz introducida, o con el tapón canular insertado), se realizó mediante el Test Exacto de Fisher para comparación de dos proporciones independientes. Este análisis se llevó a cabo con cada uno de los tres métodos de imagen considerados (OCT anterior, BMU y visualización directa). Por otro lado, el análisis comparativo del grado de ampolla conjuntival hallado en las esclerotomías analizadas, en función de la técnica de extracción canular practicada (retirada de la cánula con la sonda de luz introducida, o con el tapón canular insertado), se realizó mediante el test de los rangos de Wilcoxon o U de Mann-Whitney, para comparación de dos distribuciones independientes con orden. Este análisis se repitió con cada uno de los tres métodos de visualización considerados.

El análisis comparativo de la tasa de ampollas conjuntivales hallada en las esclerotomías analizadas, en función de la presencia o ausencia de encarceración vítrea incisional, se realizó mediante el Test Exacto de Fisher para comparación de dos proporciones independientes. Este análisis se llevó a cabo con cada uno de los tres métodos de imagen considerados (OCT anterior, BMU y visualización directa). El estudio comparativo del grado de ampolla conjuntival hallado en las esclerotomías analizadas, en función del grado de encarceración vítrea incisional se realizó mediante el test de Kruskal Wallis, con cada uno de los tres métodos de visualización considerados. Por su parte, el análisis comparativo del grado de ampolla conjuntival hallado, en función de la tasa de encarceración vítrea incisional, se practicó mediante el test de los rangos de Wilcoxon o U de Mann-Whitney, para comparación de dos distribuciones independientes con orden. Finalmente, el estudio comparativo del grado de encarceración vítrea hallado, en función de la presencia o ausencia de ampolla conjuntival, se practicó mediante el test de los rangos de Wilcoxon o U de Mann-Whitney.

El estudio comparativo de la tasa de ampollas conjuntivales halladas en las esclerotomías analizadas, en función del uso al que estas se destinaron (paso de la sonda del vitrectomo o de la sonda de luz) se realizó mediante el Test Exacto de Fisher para comparación de dos proporciones independientes. Finalmente, el análisis del grado de ampolla conjuntival hallado en las esclerotomías, en función del uso al que estas se destinaron, se practicó mediante el test de los rangos de Wilcoxon o U de Mann-Whitney.

## V. RESULTADOS

---

## V. 1. ESTUDIO DESCRIPTIVO

### V. 1. 1. POBLACIÓN INCLUIDA EN EL ESTUDIO

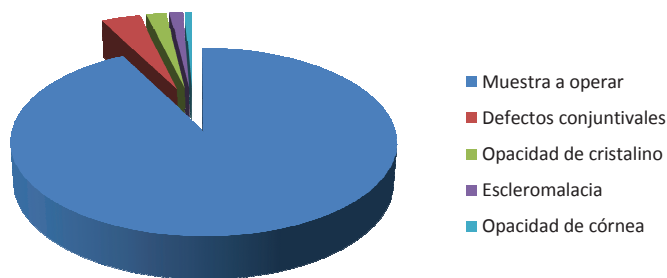
En primer lugar, seleccionamos 160 ojos de cerdo. De entre todos ellos, realizamos vitrectomía sobre 148 ojos, después de aplicar los criterios de exclusión. Los motivos por los que excluimos 12 ojos del primer grupo fueron los siguientes:

Defectos conjuntivales:  $n = 6$

Opacidad de cristalino:  $n = 3$

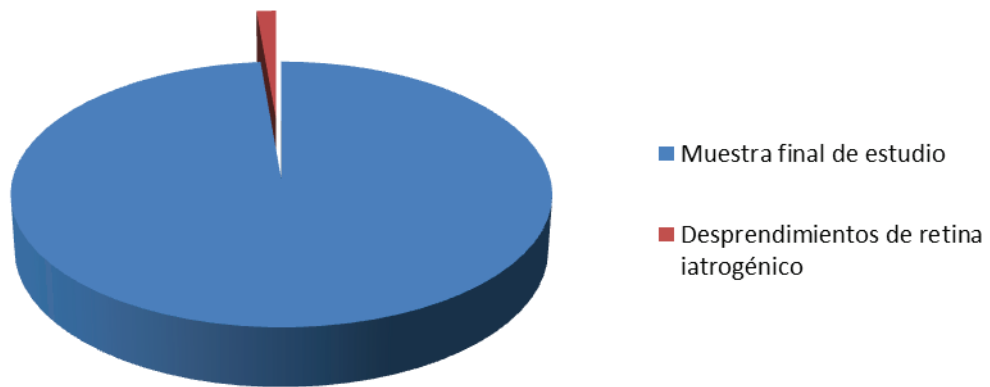
Escleromalacia local:  $n = 2$

Opacidad de córnea severa:  $n = 1$



**Figura 30 – 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 de 146 ojos de cerdo. El motivo por el que excluimos 2 de los ojos vitrectomizados fue el desarrollo de desprendimiento de retina iatrogénico.



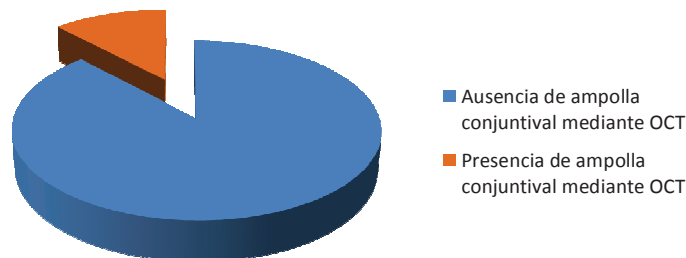
**Figura 31– Diagrama de sectores.** Población vitrectomizada sobre la que se aplican los criterios de exclusión.

**V. 1. 2. ESCLEROTOMÍAS QUE MUESTRAN AMPOLLAS CONJUNTIVALES, EN FUNCIÓN DEL MÉTODO DE EXPLORACIÓN EMPLEADO**

**V. 1. 2. 1. PROPORCIÓN DE ESCLEROTOMÍAS QUE MUESTRAN AMPOLLAS CONJUNTIVALES (G0 vs G1+G2), UTILIZANDO LOS DIFERENTES MÉTODOS DE VISUALIZACIÓN**

**V. 1. 2. 1. 1. EXPLORACIÓN MEDIANTE OCT**

- Ausencia de ampollas conjuntivales: 386 esclerotomías del total de 438 (88,13%).
- Presencia de ampollas conjuntivales: 52 esclerotomías del total de 438 (11,87%).

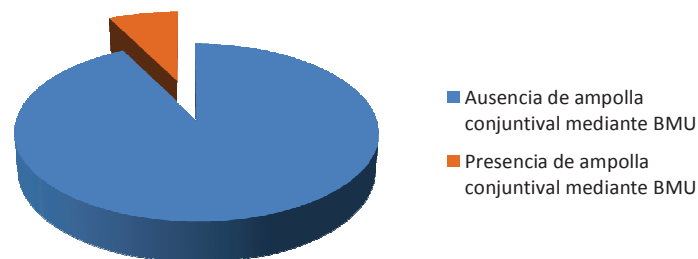


**Figura 32– Diagrama de sectores.** Proporción de las esclerotomías que muestran ampolla conjuntival mediante OCT.



## V. 1. 2. 1. 2. EXPLORACIÓN MEDIANTE BMU

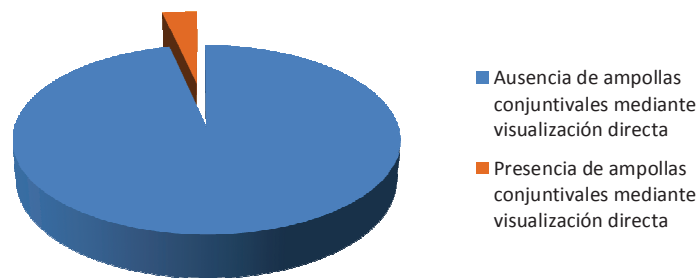
- Ausencia de ampollas conjuntivales: 406 esclerotomías del total de 438 (92,7%).
- Presencia de ampollas conjuntivales: 32 esclerotomías del total de 438 (7,3%).



**Figura 33– Diagrama de sectores.** Proporción de las esclerotomías que muestran ampolla conjuntival mediante BMU.

### V. 1. 2. 1. 3. EXPLORACIÓN MEDIANTE VISUALIZACIÓN DIRECTA

- Ausencia de ampollas conjuntivales: 423 esclerotomías del total de 438 (96,58%).
- Presencia de ampollas conjuntivales: 15 esclerotomías del total de 438 (3,42%).

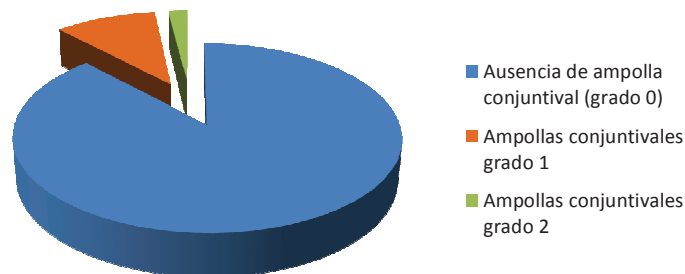


**Figura 34– Diagrama de sectores.** Proporción de las esclerotomías que muestran ampolla conjuntival mediante visualización directa.

## V. 1. 2. 2. GRADO DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADO EN LAS ESCLEROTOMÍAS (G0, G1 ó G2), UTILIZANDO LOS DIFERENTES MÉTODOS DE VISUALIZACIÓN

### V. 1. 2. 2. 1. EXPLORACIÓN MEDIANTE OCT

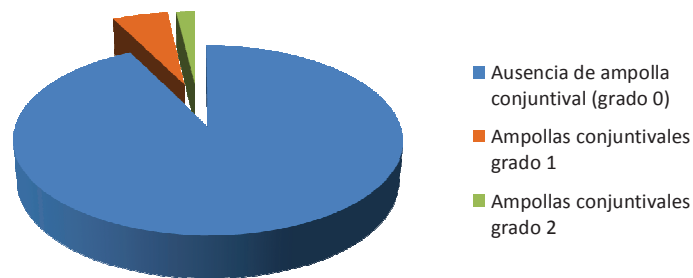
- Ausencia de ampollas conjuntivales (grado 0): 386 esclerotomías del total de 438 (88,13%).
- Ampollas conjuntivales grado 1: 44 esclerotomías del total de 438 (10,05%).
- Ampollas conjuntivales grado 2: 8 esclerotomías del total de 438 (1,82%).



**Figura 35– Diagrama de sectores.** Grado de ampollas conjuntivales hallado mediante OCT.

## V. 1. 2. 2. 2. EXPLORACIÓN MEDIANTE BMU

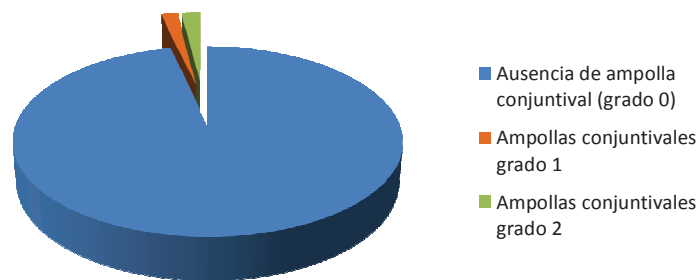
- Ausencia de ampollas conjuntivales (grado 0): 406 esclerotomías del total de 438 (92,7%).
- Ampollas conjuntivales grado 1: 24 esclerotomías del total de 438 (5,48%).
- Ampollas conjuntivales grado 2: 8 esclerotomías del total de 438 (1,82%).



**Figura 36– Diagrama de sectores.** Grado de ampollas conjuntivales hallado mediante BMU.

## V. 1. 2. 2. 3. EXPLORACIÓN MEDIANTE VISUALIZACIÓN DIRECTA

- Ausencia de ampollas conjuntivales (grado 0): 423 esclerotomías del total de 438 (96,58%).
- Ampollas conjuntivales grado 1: 7 esclerotomías del total de 438 (1,6%).
- Ampollas conjuntivales grado 2: 8 esclerotomías del total de 438 (1,82%).



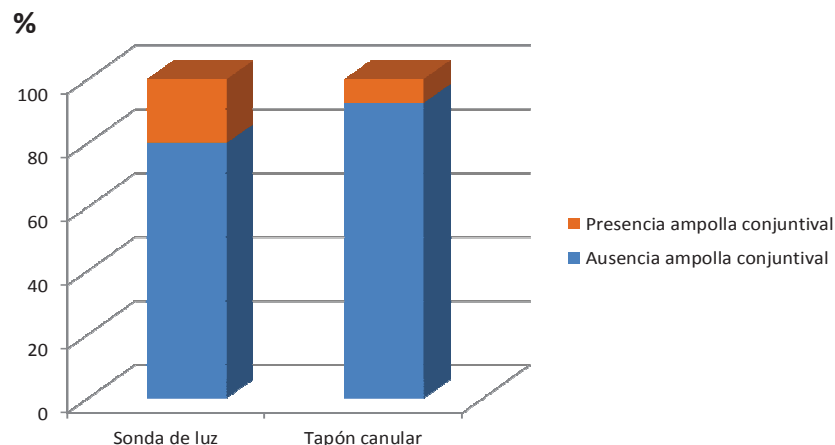
**Figura 37– Diagrama de sectores.** Grado de ampollas conjuntivales hallado mediante visualización directa.

### **V. 1. 3. ESCLEROTOMÍAS QUE MUESTRAN AMPOLLAS CONJUNTIVALES, EN FUNCIÓN DE LA TÉCNICA DE EXTRACCIÓN CANULAR EMPLEADA**

#### **V. 1. 3. 1. PROPORCIÓN DE ESCLEROTOMÍAS QUE MUESTRAN AMPOLLAS CONJUNTIVALES (G0 vs G1+G2), EN FUNCIÓN DE LA TÉCNICA DE EXTRACCIÓN CANULAR EMPLEADA**

##### **V. 1. 3. 1. 1. EXPLORACIÓN MEDIANTE OCT**

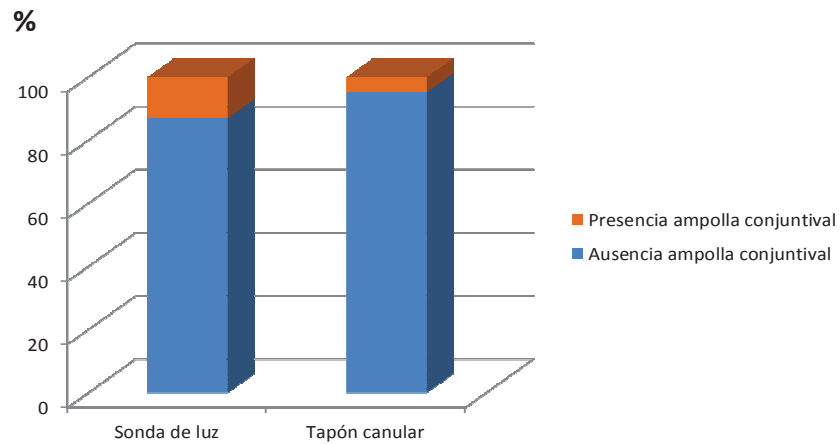
- Esclerotomías cuyas cánulas han sido extraídas con la sonda de luz en su interior, que muestran ampolla conjuntival: 29/146 (19,9%).
- Esclerotomías cuyas cánulas han sido extraídas con el tapón canular insertado, que muestran ampolla conjuntival: 11/146 (7.5%).



**Figura 38 – Diagrama de barras apiladas.** Proporción de esclerotomías que muestran ampollas conjuntivales mediante OCT en función de la técnica de extracción canular empleada.

### V. 1. 3. 1. 2. EXPLORACIÓN MEDIANTE BMU

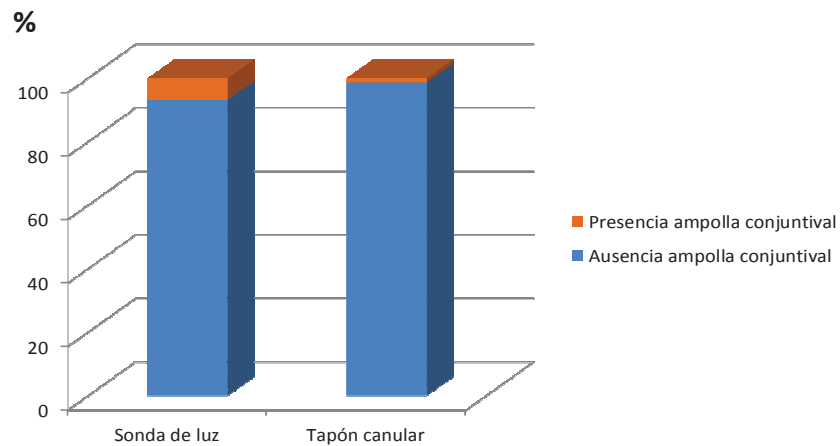
- Esclerotomías cuyas cánulas han sido extraídas con la sonda de luz en su interior, que muestran ampolla conjuntival: 19/146 (13,01%).
- Esclerotomías cuyas cánulas han sido extraídas con el tapón canular insertado, que muestran ampolla conjuntival: 7/146 (4,79%).



**Figura 39 – Diagrama de barras apiladas.** Proporción de esclerotomías que muestran ampollas conjuntivales mediante BMU en función de la técnica de extracción canular empleada.

### V. 1. 3. 1. 3. EXPLORACIÓN MEDIANTE VISUALIZACIÓN DIRECTA

- Esclerotomías cuyas cánulas han sido extraídas con la sonda de luz en su interior, que muestran ampolla conjuntival: 10/146 (6,85%).
- Esclerotomías cuyas cánulas han sido extraídas con el tapón canular insertado, que muestran ampolla conjuntival: 2/146 (1,37%).



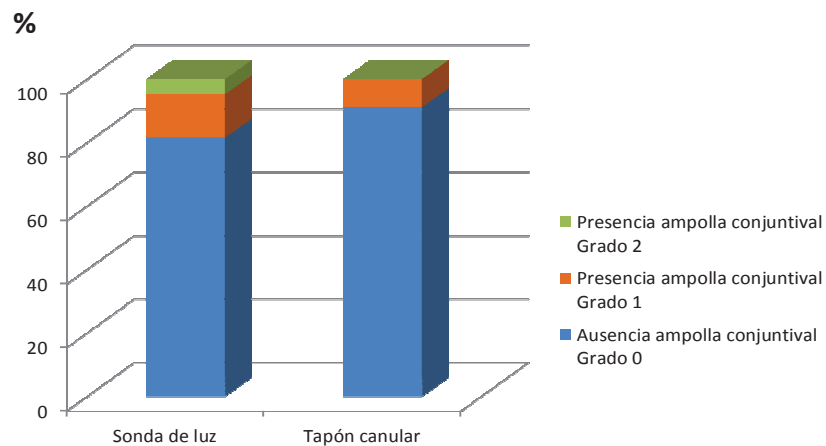
**Figura 40 – Diagrama de barras apiladas.** Proporción de esclerotomías que muestran ampollas conjuntivales mediante visualización directa en función de la técnica de extracción canular empleada.



## V. 1. 3. 2. GRADO DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADO EN LAS ESCLEROTOMÍAS (G0, G1 ó G2), EN FUNCIÓN DE LA TÉCNICA DE EXTRACCIÓN CANULAR EMPLEADA

### V. 1. 3. 2. 1. EXPLORACIÓN MEDIANTE OCT

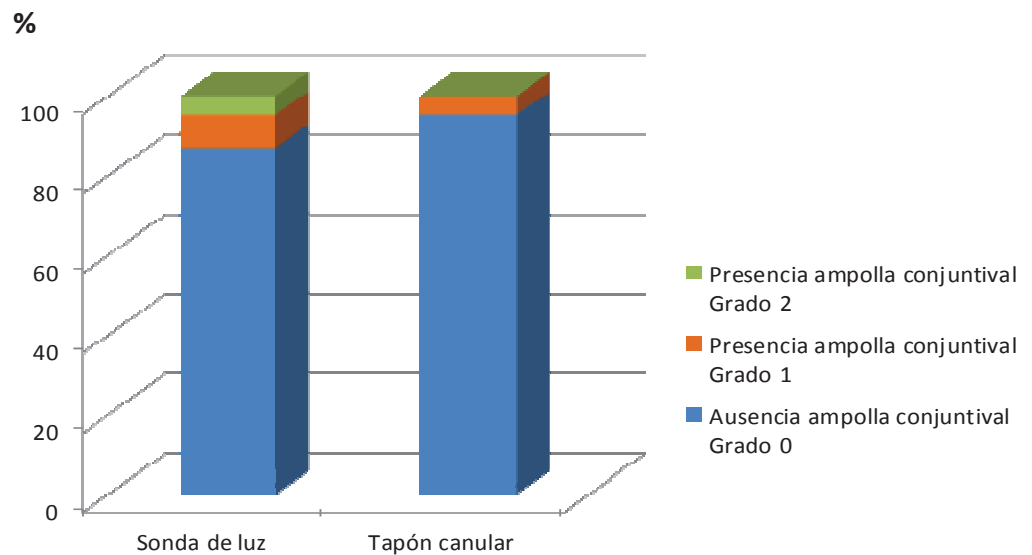
- Esclerotomías cuyas cánulas han sido extraídas con la sonda de luz en su interior, que muestran ampolla conjuntival: Grado 1 (22/146; 15,06%), Grado 2 (7/146; 4,79%).
- Esclerotomías cuyas cánulas han sido extraídas con el tapón canular insertado, que muestran ampolla conjuntival: Grado 1 (11/146; 7,53%), Grado 2 (0/146; 0%).



**Figura 41 – Diagrama de barras apiladas.** Grado de ampollas conjuntivales hallado en las esclerotomías mediante OCT en función de la técnica de extracción canular empleada.

### V. 1. 3. 2. 2. EXPLORACIÓN MEDIANTE BMU

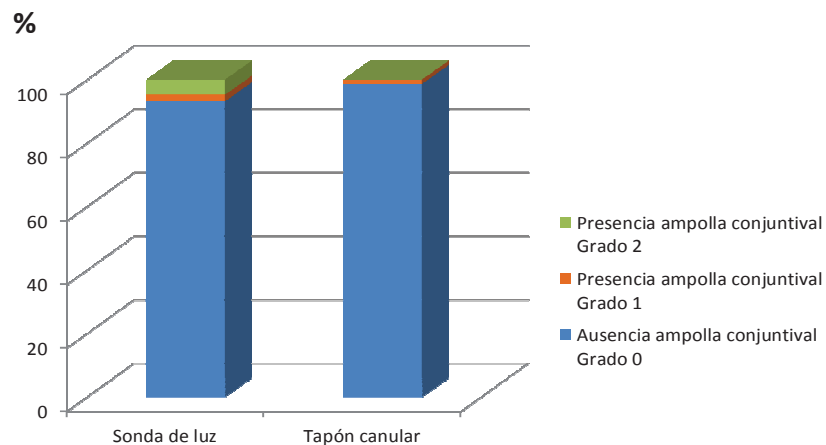
- Esclerotomías cuyas cánulas han sido extraídas con la sonda de luz en su interior, que muestran ampolla conjuntival: Grado 1 (12/146; 8,22%), Grado 2 (7/146; 4,79%).
- Esclerotomías cuyas cánulas han sido extraídas con el tapón canular insertado, que muestran ampolla conjuntival: Grado 1 (7/146; 4,79%), Grado 2 (0/146; 0%).



**Figura 42 – Diagrama de barras apiladas.** Grado de ampollas conjuntivales hallado en las esclerotomías mediante BMU en función de la técnica de extracción canular empleada.

## V. 1. 3. 2. 3. EXPLORACIÓN MEDIANTE VISUALIZACIÓN DIRECTA

- Esclerotomías cuyas cánulas han sido extraídas con la sonda de luz en su interior, que muestran ampolla conjuntival: Grado 1 (3/146; 2,05%), Grado 2 (7/146; 4,79%).
- Esclerotomías cuyas cánulas han sido extraídas con el tapón canular insertado, que muestran ampolla conjuntival: Grado 1 (2/146; 1,37%), Grado 2 (0/146; 0%).



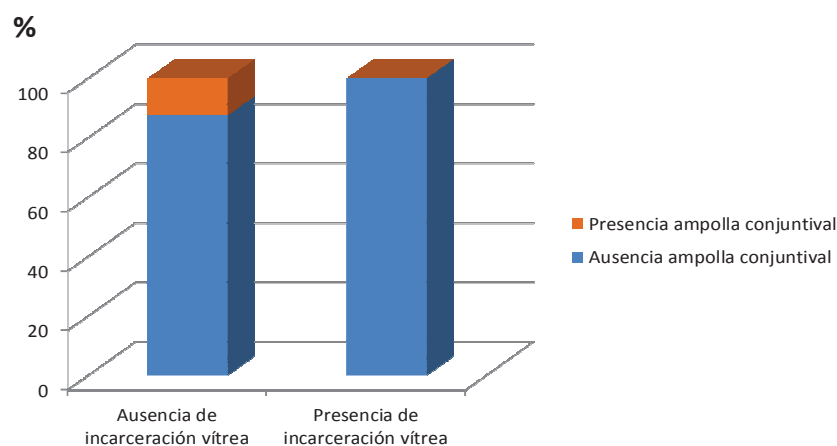
**Figura 43 – Diagrama de barras apiladas.** Grado de ampollas conjuntivales hallado en las esclerotomías mediante visualización directa en función de la técnica de extracción canular empleada.

## V. 1. 4. RELACIÓN EXISTENTE ENTRE LA PRESENCIA DE AMPOLLA CONJUNTIVAL Y LA DE INCARCERACIÓN VÍTREA INCISIONAL

### V. 1. 4. 1. PROPORCIÓN DE ESCLEROTOMÍAS QUE MUESTRAN AMPOLLAS CONJUNTIVALES (G0 vs G1+G2), EN FUNCIÓN DE LA PRESENCIA DE INCARCERACIÓN VÍTREA

#### V. 1. 4. 1. 1. EXPLORACIÓN MEDIANTE OCT

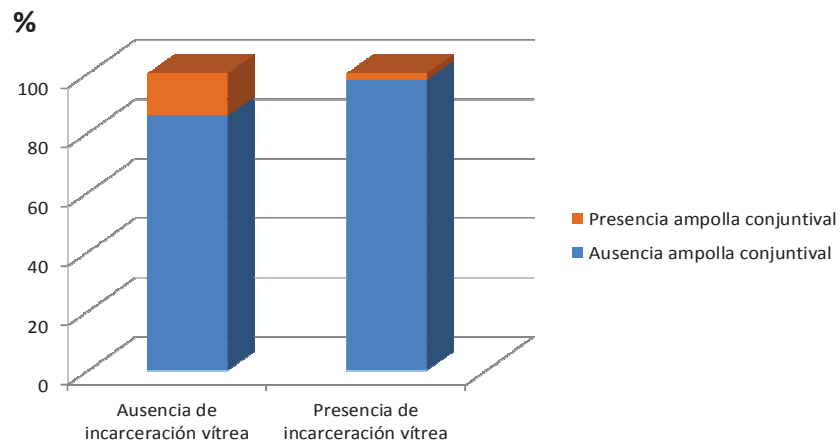
- Esclerotomías sin incarceration vítrea incisional que muestran ampolla conjuntival: 52/410 (12,68%).
- Esclerotomías con incarceration vítrea incisional que muestran ampolla conjuntival: 0/28 (0%).



**Figura 44 – Diagrama de barras apiladas.** Proporción de esclerotomías que muestran ampollas conjuntivales mediante OCT en función de la presencia de incarceration vítrea.

### V. 1. 4. 1. 2. EXPLORACIÓN MEDIANTE BMU

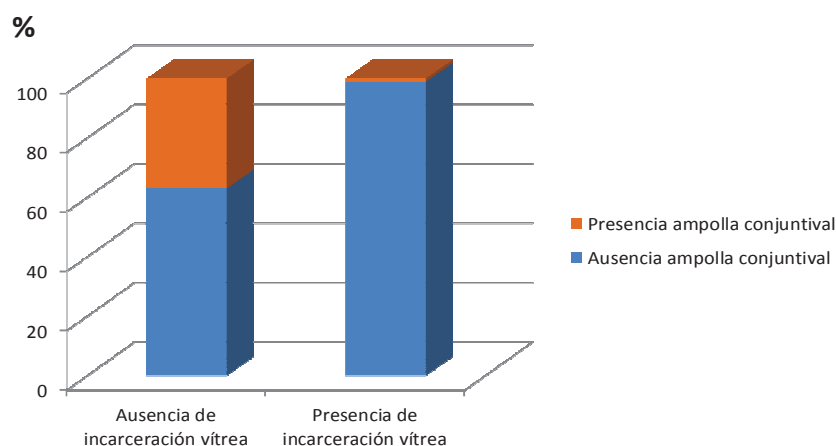
- Esclerotomías sin incarceration vítrea incisional, que muestran ampolla conjuntival: 28/227 (12,33%).
- Esclerotomías con incarceration vítrea incisional, que muestran ampolla conjuntival: 4/211 (1,9%).



**Figura 45 – Diagrama de barras apiladas.** Proporción de esclerotomías que muestran ampollas conjuntivales mediante BMU en función de la presencia de incarceration vítrea.

## V. 1. 4. 1. 3. EXPLORACIÓN MEDIANTE VISUALIZACIÓN DIRECTA

- Esclerotomías sin incarceration vítrea incisional, que muestran ampolla conjuntival: 10/27 (37,04%).
- Esclerotomías con incarceration vítrea incisional, que muestran ampolla conjuntival: 5/411 (1,22%).

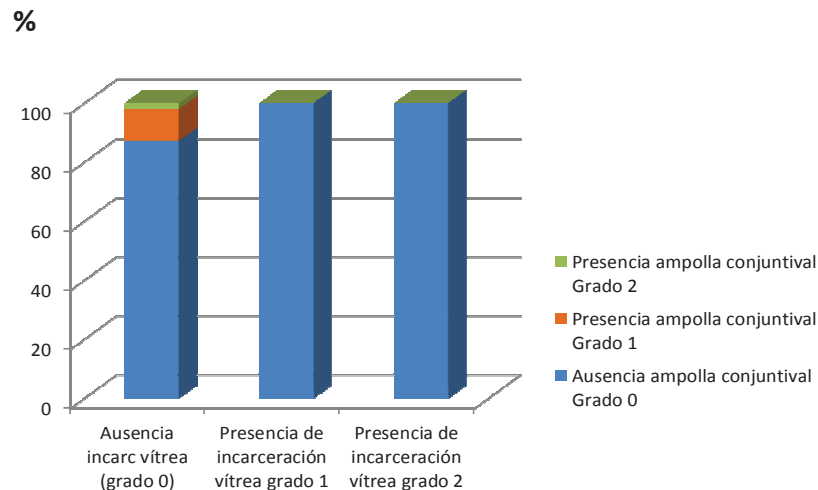


**Figura 46 – Diagrama de barras apiladas.** Proporción de esclerotomías que muestran ampollas conjuntivales mediante visualización directa en función de la presencia de incarceration vítrea (visualización de ampollas conjuntivales mediante microscopio quirúrgico; visualización de incarceration vítrea mediante biomicroscopía anterior).

## V. 1. 4. 2. GRADO DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS EN LAS ESCLEROTOMÍAS (G0, G1 ó G2), EN FUNCIÓN DEL GRADO DE INCARCERACIÓN VÍTREA INCISIONAL PRESENTE

### V. 1. 4. 2. 1. EXPLORACIÓN MEDIANTE OCT

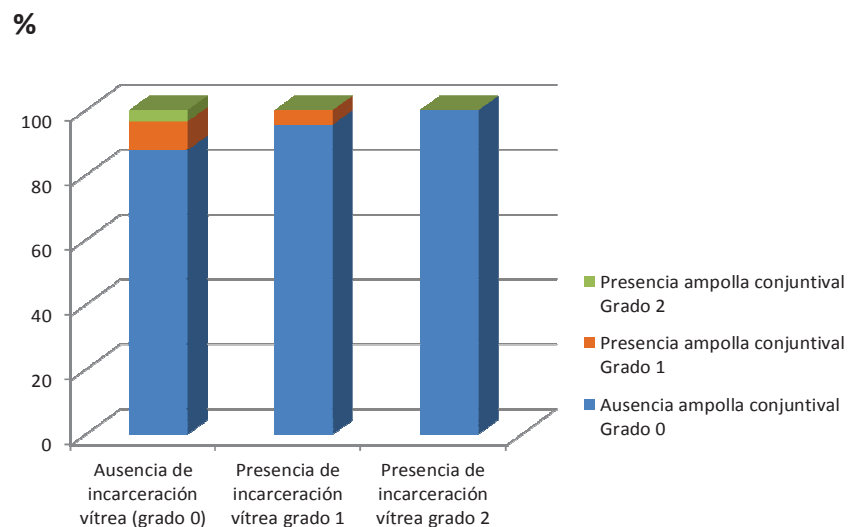
- Esclerotomías sin incarceration vítrea incisional, que muestran ampolla conjuntival: Ampolla grado 1 (44/410; 10,73%) y grado 2 (8/410; 1,95%).
- Esclerotomías con incarceration vítrea incisional grado 1 que muestran ampolla conjuntival: Ampolla grado 1 (0/20; 0%) y grado 2 (0/20; 0%).
- Esclerotomías con incarceration vítrea incisional grado 2 que muestran ampolla conjuntival: Ampolla grado 1 (0/8; 0%) y grado 2 (0/8; 0%).



**Figura 47 – Diagrama de barras apiladas.** Grados de ampollas conjuntivales halladas en las esclerotomías mediante OCT en función del grado de incarceration vítrea presente.

## V. 1. 4. 2. 2. EXPLORACIÓN MEDIANTE BMU

- Esclerotomías sin incarceration vítrea incisional, que muestran ampolla conjuntival: Ampolla grado 1 (20/227; 8,81%) y grado 2 (8/227; 3,52%).
- Esclerotomías con incarceration vítrea incisional grado 1 que muestran ampolla conjuntival: Ampolla grado 1 (4/86; 4,65%) y grado 2 (0/86; 0%).
- Esclerotomías con incarceration vítrea incisional grado 2 que muestran ampolla conjuntival: Ampolla grado 1 (0/125; 0%) y grado 2 (0/125; 0%).

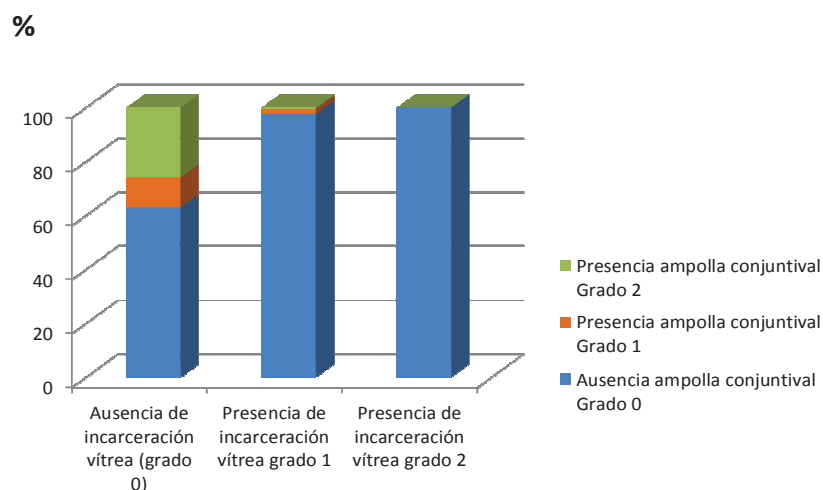


**Figura 48 – Diagrama de barras apiladas.** Grados de ampollas conjuntivales hallados en las esclerotomías mediante BMU en función del grado de incarceration vítrea presente.



## V. 1. 4. 2. 3. EXPLORACIÓN MEDIANTE VISUALIZACIÓN DIRECTA

- Esclerotomías sin incarceration vítrea incisional, que muestran ampolla conjuntival: Ampolla grado 1 (3/27; 11,11%) y grado 2 (7/27; 25,93%).
- Esclerotomías con incarceration vítrea incisional grado 1 que muestran ampolla conjuntival: Ampolla grado 1 (4/213; 1,88%) y grado 2 (1/213; 0,47%).
- Esclerotomías con incarceration vítrea incisional grado 2 que muestran ampolla conjuntival: Ampolla grado 1 (0/198; 0%) y grado 2 (0/198; 0%).



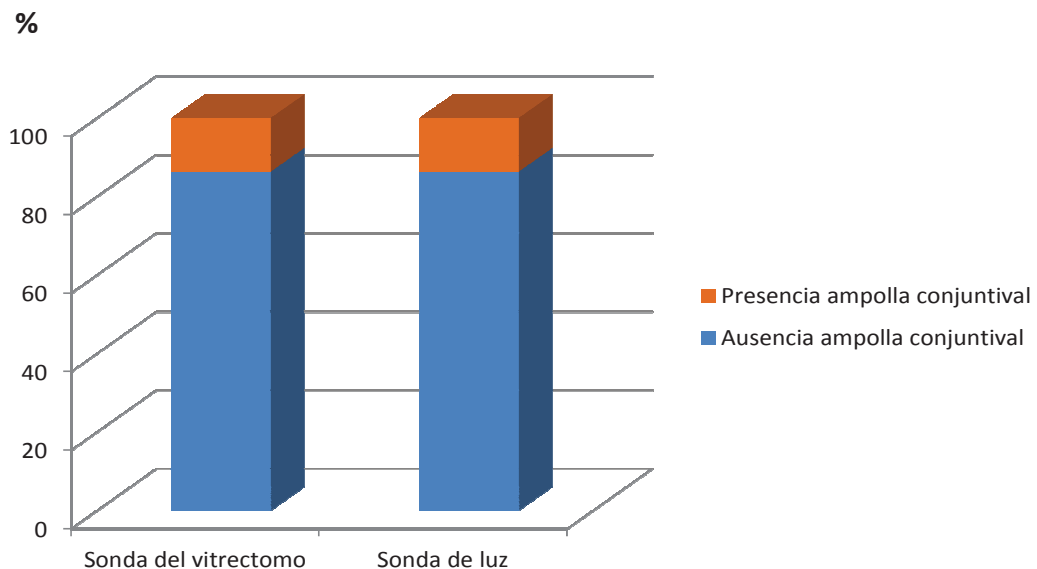
**Figura 49 – Diagrama de barras apiladas.** Grados de ampollas conjuntivales hallados en las esclerotomías mediante visualización directa en función del grado de incarceration vítrea presente (visualización de ampollas conjuntivales mediante microscopio quirúrgico; visualización de incarceration vítrea mediante biomicroscopía anterior).

## **V. 1. 5. ESCLEROTOMÍAS QUE MUESTRAN AMPOLLAS CONJUNTIVALES, EN FUNCIÓN DEL USO AL QUE ESTAS SE HAYAN DESTINADO (SONDA DEL VITRECTOMO/SONDA DE ILUMINACIÓN)**

### **V. 1. 5. 1. PROPORCIÓN DE ESCLEROTOMÍAS QUE MUESTRAN AMPOLLAS CONJUNTIVALES (G0 vs G1+G2), EN FUNCIÓN DEL USO AL QUE ESTAS SE HAYAN DESTINADO**

#### **V. 1. 5. 1. 1. EXPLORACIÓN MEDIANTE OCT**

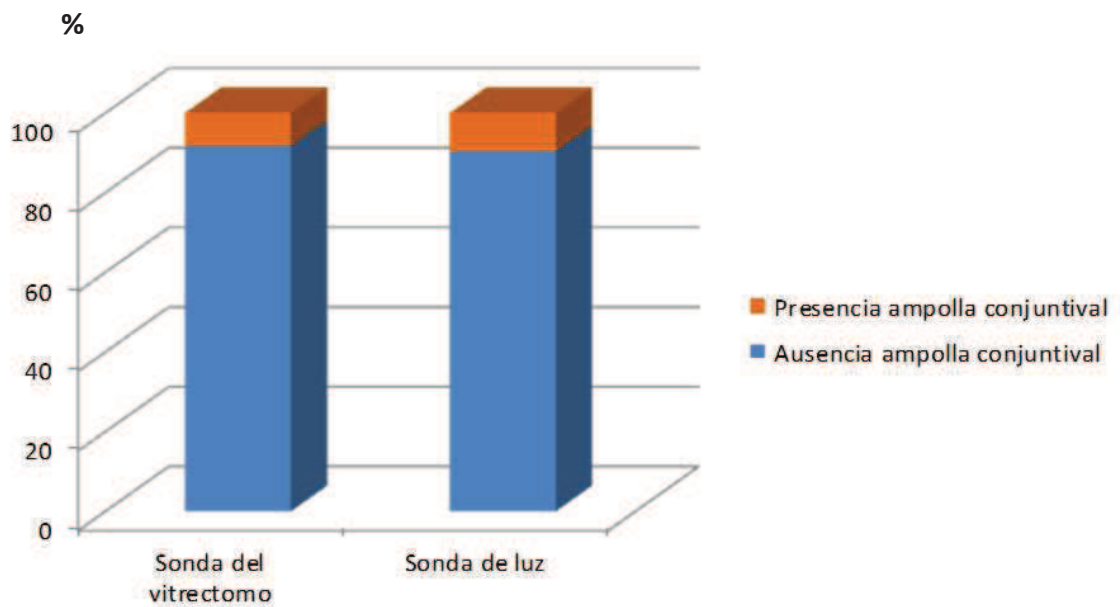
- Esclerotomías empleadas por la sonda del vitrectomo que muestran ampolla conjuntival: 20/146 (13,7%).
- Esclerotomías empleadas por la sonda de iluminación que muestran ampolla conjuntival: 20/146 (13,7%).



**Figura 50 – Diagrama de barras apiladas.** Proporción de esclerotomías que muestran ampollas conjuntivales mediante OCT en función del uso al que estas se hayan destinado.

### V. 1. 5. 1. 2. EXPLORACIÓN MEDIANTE BMU

- Esclerotomías empleadas por la sonda del vitrectomo que muestran ampolla conjuntival: 12/146 (8,21%).
- Esclerotomías empleadas por la sonda de iluminación que muestran ampolla conjuntival: 14/146 (9,59%).

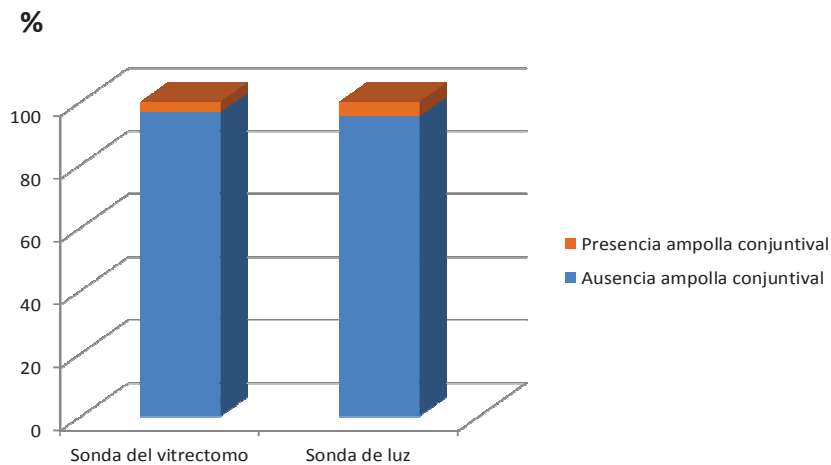


**Figura 51 – Diagrama de barras apiladas.** Proporción de esclerotomías que muestran ampollas conjuntivales mediante BMU en función del uso al que estas se hayan destinado.

### V. 1. 5. 1. 3. EXPLORACIÓN MEDIANTE VISUALIZACIÓN

#### DIRECTA

- Esclerotomías empleadas por la sonda del vitrectomo que muestran ampolla conjuntival: 5/146 (3,42%).
- Esclerotomías empleadas por la sonda de iluminación que muestran ampolla conjuntival: 7/146 (4,79%).

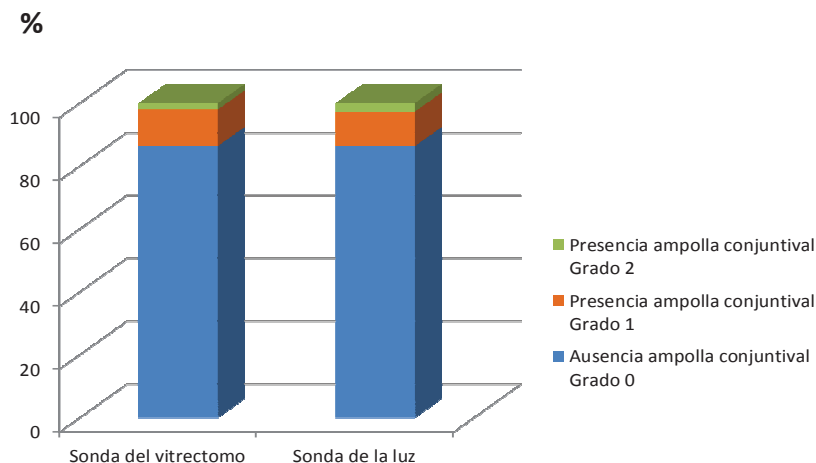


**Figura 52 – Diagrama de barras apiladas.** Proporción de esclerotomías que muestran ampollas conjuntivales mediante visualización directa en función del uso al que estas se hayan destinado.

## V. 1. 5. 2. GRADO DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADO EN LAS ESCLEROTOMÍAS (G0, G1 ó G2), EN FUNCIÓN DEL USO AL QUE ESTAS SE HAYAN DESTINADO (SONDA DEL VITRECTOMO/SONDA DE ILUMINACIÓN)

### V. 1. 5. 2. 1. EXPLORACIÓN MEDIANTE OCT

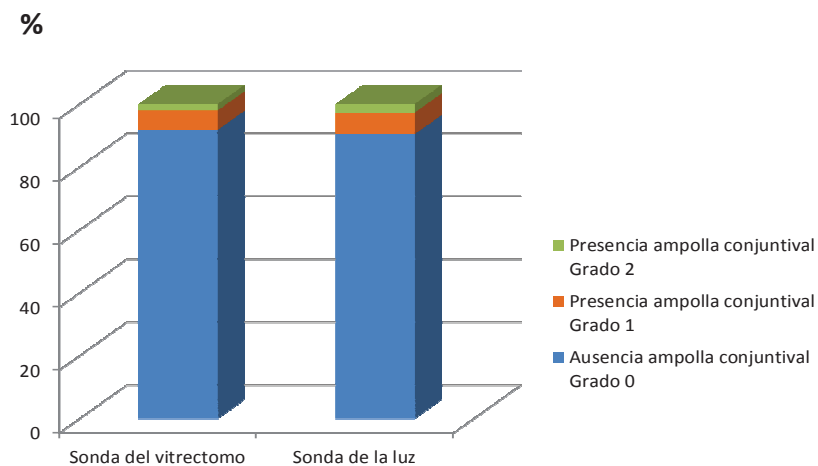
- Esclerotomías empleadas por la sonda del vitrectomo que muestran ampolla conjuntival: Ampolla grado 1 (17/146; 11,64%) y grado 2 (3/146; 2,05%).
- Esclerotomías empleadas por la sonda de iluminación que muestran ampolla conjuntival: Ampolla grado 1 (16/146; 10,96%) y grado 2 (4/146; 2,74%).



**Figura 53 – Diagrama de barras apiladas.** Grado de ampollas conjuntivales hallado en las esclerotomías mediante OCT, en función del uso al que estas se hayan destinado.

### V. 1. 5. 2. 2. EXPLORACIÓN MEDIANTE BMU

- Esclerotomías empleadas por la sonda del vitrectomo que muestran ampolla conjuntival: Ampolla grado 1 (9/146; 6,16%) y grado 2 (3/146; 2,05%).
- Esclerotomías empleadas por la sonda de iluminación que muestran ampolla conjuntival: Ampolla grado 1 (10/146; 6,85%) y grado 2 (4/146; 2,74%).

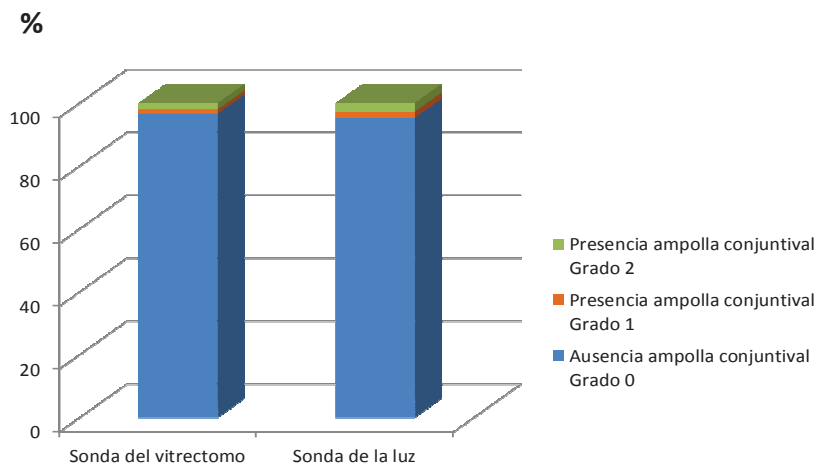


**Figura 54 – Diagrama de barras apiladas.** Grado de ampollas conjuntivales hallado en las esclerotomías mediante BMU, en función del uso al que estas se hayan destinado.

## V. 1. 5. 2. 3. EXPLORACIÓN MEDIANTE VISUALIZACIÓN

### DIRECTA

- Esclerotomías empleadas por la sonda del vitrectomo que muestran ampolla conjuntival: Ampolla grado 1 (2/146; 1,37%) y grado 2 (3/146; 2,05%).
- Esclerotomías empleadas por la sonda de iluminación que muestran ampolla conjuntival: Ampolla grado 1 (3/146; 2,05%) y grado 2 (4/146; 2,74%).



**Figura 55 – Diagrama de barras apiladas.** Grado de ampollas conjuntivales hallado en las esclerotomías mediante visualización directa, en función del uso al que estas se hayan destinado.

---

## **V. 2. ESTUDIO ANALÍTICO**

---

### **V. 2. 1. ANÁLISIS DE LAS AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS EN FUNCIÓN DEL MÉTODO DE EXPLORACIÓN EMPLEADO**

#### **V. 2. 1. 1. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA TASA DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS, EN FUNCIÓN DEL MÉTODO DE EXPLORACIÓN EMPLEADO (G0 vs G1+G2)**

##### **V. 2. 1. 1. 1. OCT vs BMU**

Para el análisis comparativo de la tasa de ampollas conjuntivales halladas mediante OCT y BMU en las 438 esclerotomías analizadas, realizamos una comparación de 2 proporciones apareadas (Test de McNemar).

En nuestro estudio, hallamos diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) al comparar la proporción de esclerotomías que mostraron ampollas conjuntivales mediante OCT (11,87%) respecto de aquellas que lo mostraron mediante BMU (7,3%).

Por su parte, el Test Exacto de Fisher mostró asociación positiva entre ambos métodos diagnósticos ( $p < 0,001$ ).

##### **V. 2. 1. 1. 2. OCT vs VISUALIZACIÓN DIRECTA**

Para el análisis comparativo de la tasa de ampollas conjuntivales halladas mediante OCT y visualización directa en las 438 esclerotomías analizadas, realizamos una comparación de 2 proporciones apareadas (Test de McNemar).

En nuestro estudio, hallamos diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) al comparar la proporción de esclerotomías que mostraron ampollas conjuntivales mediante OCT (11,87%) respecto de aquellas que lo mostraron mediante visualización directa (3,42%).



Por su parte, el Test Exacto de Fisher mostró asociación positiva entre ambos métodos diagnósticos ( $p < 0,001$ ).

### **V. 2. 1. 1. 3. BMU vs VISUALIZACIÓN DIRECTA**

Para el análisis comparativo de la tasa de ampollas conjuntivales halladas mediante BMU y visualización directa en las 438 esclerotomías analizadas, realizamos una comparación de 2 proporciones apareadas (Test de McNemar).

En nuestro estudio, hallamos diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) al comparar la proporción de esclerotomías que mostraron ampollas conjuntivales mediante BMU (7,3%) respecto de aquellas que lo mostraron mediante visualización directa (3,42%).

Por su parte, el Test Exacto de Fisher mostró asociación positiva entre ambos métodos diagnósticos ( $p = < 0,001$ ).

## **V. 2. 1. 2. ANÁLISIS COMPARATIVO DEL GRADO DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS, EN FUNCIÓN DEL MÉTODO DE EXPLORACIÓN EMPLEADO (G0, G1 ó G2)**

### **V. 2. 1. 2. 1. OCT vs BMU**

Para el análisis comparativo del grado de ampollas conjuntivales hallado mediante OCT y BMU en las esclerotomías analizadas, realizamos una comparación de 2 distribuciones apareadas con orden mediante el Test de los rangos con signo de Wilcoxon.

En nuestro estudio, hallamos diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) al analizar la presencia de ampollas conjuntivales incisionales en grados, halladas con OCT y BMU. Esta diferencia depende fundamentalmente de la mayor detección de ampollas conjuntivales grado 1 por parte del OCT respecto de la BMU. La detección de blebs grado 2 es la misma en ambos métodos de visualización.

Por su parte, los coeficientes de correlación de Spearman ( $R = 0,78$ ) y Kendall ( $T = 0,77$ ) muestran una alta correlación positiva entre ambos métodos (alta por hallarse R y T entre 0,6 y 0,8).

### **V. 2. 1. 2. 2. OCT vs VISUALIZACIÓN DIRECTA**

Para el análisis comparativo del grado de ampollas conjuntivales hallado mediante OCT y visualización directa en las esclerotomías analizadas, realizamos una comparación de 2 distribuciones apareadas con orden mediante el Test de los rangos con signo de Wilcoxon.

En nuestro estudio, hallamos diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) al analizar la presencia de ampollas conjuntivales incisionales en grados, halladas con OCT y visualización directa. Esta diferencia depende fundamentalmente de la mayor detección de ampollas conjuntivales grado 1 por parte del OCT respecto de la visualización directa. La detección de blebs grado 2 es la misma en ambos métodos de visualización.

Por su parte, los coeficientes de correlación de Spearman ( $R = 0,54$ ) y Kendall ( $T = 0,54$ ) muestran una correlación positiva moderada entre ambos métodos (moderada por hallarse  $R$  y  $T$  entre  $0,4$  y  $0,6$ ).

### **V. 2. 2. 1. 3. BMU vs VISUALIZACIÓN DIRECTA**

Para el análisis comparativo del grado de ampollas conjuntivales hallado mediante BMU y visualización directa en las esclerotomías analizadas, realizamos una comparación de 2 distribuciones apareadas con orden mediante el Test de los rangos con signo de Wilcoxon.

En nuestro estudio, hallamos diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) al analizar la presencia de ampollas conjuntivales incisionales en grados, halladas con BMU y visualización directa. Esta diferencia depende fundamentalmente de la mayor detección de ampollas conjuntivales grado 1 por parte de la BMU respecto de la visualización directa. La detección de blebs grado 2 es la misma en ambos métodos de visualización.

Por su parte, los coeficientes de correlación de Spearman ( $R = 0,68$ ) y Kendall ( $T = 0,68$ ) muestran una alta correlación positiva entre ambos métodos (alta por hallarse  $R$  y  $T$  entre  $0,6$  y  $0,8$ ).

## **V. 2. 2. ANÁLISIS DE LAS AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS EN FUNCIÓN DE LA TÉCNICA DE EXTRACCIÓN CANULAR EMPLEADA**

### **V. 2. 2. 1. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA TASA DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS, EN FUNCIÓN DE LA TÉCNICA DE EXTRACCIÓN CANULAR EMPLEADA (G0 vs G1+G2)**

#### **V. 2. 2. 1. 1. EXPLORACIÓN MEDIANTE OCT**

Para el análisis estadístico de la tasa de ampollas conjuntivales halladas mediante OCT en las esclerotomías analizadas, en función de la técnica de extracción canular utilizada, realizamos una comparación de 2 proporciones independientes mediante el Test Exacto de Fisher.

En nuestro estudio, 29 de las 146 esclerotomías superiores (19,9%) cuyas cánulas se extrajeron introduciendo la sonda de luz mostraron ampollas conjuntivales. Por su parte, 11 de las 146 esclerotomías superiores (7,5%) cuyas cánulas se extrajeron con el tapón canular insertado mostraron blebs conjuntivales, hallándose diferencias significativas entre ambas proporciones ( $p = 0,003$ ).

#### **V. 2. 2. 1. 2. EXPLORACIÓN MEDIANTE BMU**

Para el análisis estadístico de la tasa de ampollas conjuntivales halladas mediante BMU en las esclerotomías analizadas, en función de la técnica de extracción canular utilizada, realizamos una comparación de 2 proporciones independientes mediante el Test Exacto de Fisher.

En nuestro estudio, 19 de las 146 esclerotomías superiores (13,01%) cuyas cánulas se extrajeron introduciendo la sonda de luz mostraron ampollas conjuntivales. Por su parte, 7 de las 146 esclerotomías superiores (4,79%) cuyas cánulas se extrajeron con el tapón canular insertado mostraron blebs conjuntivales, hallándose diferencias significativas entre ambas proporciones ( $p = 0,022$ ).

## **V. 2. 2. 1. 3. EXPLORACIÓN MEDIANTE VISUALIZACIÓN DIRECTA**

Para el análisis estadístico de la tasa de ampollas conjuntivales halladas mediante visualización directa en las esclerotomías analizadas, en función de la técnica de extracción canular utilizada, realizamos una comparación de 2 proporciones independientes mediante el Test Exacto de Fisher.

En nuestro estudio, 10 de las 146 esclerotomías superiores (6,85%) cuyas cánulas se extrajeron introduciendo la sonda de luz mostraron ampollas conjuntivales. Por su parte, 2 de las 146 esclerotomías superiores (1,37%) cuyas cánulas se extrajeron con el tapón canular insertado mostraron blebs conjuntivales, hallándose diferencias significativas entre ambas proporciones ( $p = 0,035$ ).

## **V. 2. 2. 2. ANÁLISIS COMPARATIVO DEL GRADO DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS, EN FUNCIÓN DE LA TÉCNICA DE EXTRACCIÓN CANULAR EMPLEADA (G0, G1 ó G2)**

### **V. 2. 2. 2. 1. EXPLORACIÓN MEDIANTE OCT**

Para el análisis comparativo del grado de ampollas conjuntivales hallado mediante OCT en las esclerotomías analizadas, en función de la técnica de extracción canular utilizada, realizamos una comparación de 2 distribuciones independientes con orden mediante el Test de los rangos de Wilcoxon (U de Mann-Whitney).

En nuestro estudio, hallamos diferencias significativas ( $p = 0,029$ ) al analizar el grado de ampollas conjuntivales halladas con OCT en función de la maniobra de extracción canular. Esta diferencia depende fundamentalmente del mayor número de ampollas conjuntivales grado 2 halladas a nivel de las esclerotomías cuyas cánulas se extrajeron con la sonda de luz insertada, respecto de las incisiones cuyas cánulas se retiraron con el tapón canular introducido.

### **V. 2. 2. 2. 2. EXPLORACIÓN MEDIANTE BMU**

Para el análisis comparativo del grado de ampollas conjuntivales hallado mediante BMU en las esclerotomías analizadas, en función de la técnica de extracción canular utilizada, realizamos una comparación de 2 distribuciones independientes con orden mediante el Test de los rangos de Wilcoxon (U de Mann-Whitney).

En nuestro estudio, hallamos diferencias significativas ( $p = 0,011$ ) al analizar el grado de ampollas conjuntivales halladas con BMU en función de la maniobra de extracción canular. Esta diferencia depende fundamentalmente del mayor número de ampollas conjuntivales grado 2 halladas a nivel de las esclerotomías cuyas cánulas se extrajeron con la sonda de luz insertada, respecto de las incisiones cuyas cánulas se retiraron con el tapón canular introducido.

## **V. 2. 2. 2. 3. EXPLORACIÓN MEDIANTE VISUALIZACIÓN**

### **DIRECTA**

Para el análisis comparativo del grado de ampollas conjuntivales hallado mediante visualización directa en las esclerotomías analizadas, en función de la técnica de extracción canular utilizada, realizamos una comparación de 2 distribuciones independientes con orden mediante el Test de los rangos de Wilcoxon (U de Mann-Whitney).

En nuestro estudio, hallamos diferencias significativas ( $p = 0,017$ ) al analizar el grado de ampollas conjuntivales halladas con visualización directa en función de la maniobra de extracción canular. Esta diferencia depende fundamentalmente del mayor número de ampollas conjuntivales grado 2 halladas a nivel de las esclerotomías cuyas cánulas se extrajeron con la sonda de luz insertada, respecto de las incisiones cuyas cánulas se retiraron con el tapón canular introducido.

### **V. 2. 3. ANÁLISIS DE LAS AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS EN FUNCIÓN DE LA INCARCERACIÓN VÍTREA INCISIONAL PRESENTE**

#### **V. 2. 3. 1. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA TASA DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS, EN FUNCIÓN DE LA INCARCERACIÓN VÍTREA INCISIONAL PRESENTE (G0 vs G1+G2)**

##### **V. 2. 3. 1. 1. EXPLORACIÓN MEDIANTE OCT**

Para el análisis estadístico de la tasa de ampollas conjuntivales halladas mediante OCT en las esclerotomías analizadas, en función de la presencia o la ausencia de incarceration vítrea incisional, realizamos una comparación de 2 proporciones independientes mediante el Test Exacto de Fisher.

En nuestro estudio, encontramos bleb conjuntival en 0 de las 28 esclerotomías que presentaron incarceration vítrea (0%) y en 52 de las 410 esclerotomías que no presentaron incarceration vítrea mediante OCT (12,68%), hallándose diferencias significativas entre ambas proporciones ( $p = 0,023$ ).

##### **V. 2. 3. 1. 2. EXPLORACIÓN MEDIANTE BMU**

Para el análisis estadístico de la tasa de ampollas conjuntivales halladas mediante BMU en las esclerotomías analizadas, en función de la presencia o la ausencia de incarceration vítrea incisional, realizamos una comparación de 2 proporciones independientes mediante el Test Exacto de Fisher.

En nuestro estudio, encontramos bleb conjuntival en 4 de las 211 esclerotomías que presentaron incarceration vítrea (1,9%) y en 28 de las 227 esclerotomías que no presentaron incarceration vítrea mediante OCT (12,33%), hallándose diferencias significativas entre ambas proporciones ( $p = 0,015$ ).



### **V. 2. 3. 1. 3. EXPLORACIÓN MEDIANTE VISUALIZACIÓN DIRECTA**

Para el análisis estadístico de la tasa de ampollas conjuntivales halladas mediante visualización directa en las esclerotomías analizadas, en función de la presencia o la ausencia de encarceración vítrea incisional, realizamos una comparación de 2 proporciones independientes mediante el Test Exacto de Fisher.

En nuestro estudio, encontramos bleb conjuntival en 5 de las 411 esclerotomías que presentaron encarceración vítrea (1,2%) y en 10 de las 27 esclerotomías que no presentaron encarceración vítrea mediante OCT (37%), hallándose diferencias significativas entre ambas proporciones ( $p < 0,001$ ).

### **V. 2. 3. 2. ANÁLISIS COMPARATIVO DEL GRADO DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS, EN FUNCIÓN DE LA INCARCERACIÓN VÍTREA INCISIONAL PRESENTE (G0, G1 ó G2)**

#### **V. 2. 3. 2. 1. EXPLORACIÓN MEDIANTE OCT**

Para el análisis comparativo del grado de ampollas conjuntivales hallado mediante OCT en las esclerotomías analizadas, en función del grado de encarceración vítrea incisional, realizamos una comparación mediante el Test de Kruskal Wallis, hallando diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0,021$ ). Esta diferencia depende fundamentalmente del mayor número de encarceraciones vítreas G1 y sobretodo G2 hallados a nivel de las esclerotomías que no presentan ampolla conjuntival, respecto de las incisiones que sí presentan bleb conjuntival.

Para el análisis comparativo del grado de encarceración vítrea hallado mediante OCT en las esclerotomías analizadas, en función de la presencia o ausencia de ampolla conjuntival, realizamos una comparación de 2 distribuciones independientes con orden mediante el Test de los rangos de Wilcoxon (U de Mann-Whitney), hallando diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0,029$ ). Esta diferencia depende fundamentalmente del mayor número de encarceración vítrea G1 y sobretodo G2 hallada a nivel de las esclerotomías que no presentan ampolla conjuntival, respecto de las incisiones que sí presentan bleb conjuntival.

Por último, para el análisis comparativo del grado de ampollas conjuntivales hallado mediante OCT en las esclerotomías analizadas, en función de la presencia o ausencia de encarceración vítrea incisional, realizamos una comparación de 2 distribuciones independientes con orden mediante el Test de los rangos de Wilcoxon (U de Mann-Whitney), hallando diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0,029$ ). Esta diferencia depende fundamentalmente del mayor número de ampollas conjuntivales G1 y sobretodo G2 hallados a nivel de las esclerotomías que no presentan encarceración vítrea, respecto de las incisiones que sí presentan atrapamiento vítreo.

### **V. 2. 3. 2. 2. EXPLORACIÓN MEDIANTE BMU**

Para el análisis comparativo del grado de ampollas conjuntivales hallado mediante BMU en las esclerotomías analizadas, en función del grado de incarceration vítrea incisional, realizamos una comparación mediante el Test de Kruskal Wallis, hallando diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ). Esta diferencia depende fundamentalmente del mayor número de incarceraciones vítreas G1 y sobretodo G2 hallados a nivel de las esclerotomías que no presentan ampolla conjuntival, respecto de las incisiones que sí presentan bleb conjuntival.

Para el análisis comparativo del grado de incarceration vítrea hallado mediante BMU en las esclerotomías analizadas, en función de la presencia o ausencia de ampolla conjuntival, realizamos una comparación de 2 distribuciones independientes con orden mediante el Test de los rangos de Wilcoxon (U de Mann-Whitney), hallando diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ). Esta diferencia depende fundamentalmente del mayor número de incarceration vítrea G1 y sobretodo G2 hallada a nivel de las esclerotomías que no presentan ampolla conjuntival, respecto de las incisiones que sí presentan bleb conjuntival.

Por último, para el análisis comparativo del grado de ampollas conjuntivales hallado mediante BMU en las esclerotomías analizadas, en función de la presencia o ausencia de incarceration vítrea incisional, realizamos una comparación de 2 distribuciones independientes con orden mediante el Test de los rangos de Wilcoxon (U de Mann-Whitney), hallando diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ). Esta diferencia depende fundamentalmente del mayor número de ampollas conjuntivales G1 y sobretodo G2 hallados a nivel de las esclerotomías que no presentan incarceration vítrea, respecto de las incisiones que sí presentan atrapamiento vítreo.

## V. 2. 3. 2. 3. EXPLORACIÓN MEDIANTE VISUALIZACIÓN

### DIRECTA

Para el análisis comparativo del grado de ampollas conjuntivales hallado mediante visualización directa en las esclerotomías analizadas, en función del grado de encarceración vítrea incisional, realizamos una comparación mediante el Test de Kruskal Wallis, hallando diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ). Esta diferencia depende fundamentalmente del mayor número de encarceraciones vítreas G1 y sobretodo G2 hallados a nivel de las esclerotomías que no presentan ampolla conjuntival, respecto de las incisiones que sí presentan bleb conjuntival.

Para el análisis comparativo del grado de encarceración vítrea hallado mediante visualización directa en las esclerotomías analizadas, en función de la presencia o ausencia de ampolla conjuntival, realizamos una comparación de 2 distribuciones independientes con orden mediante el Test de los rangos de Wilcoxon (U de Mann-Whitney), hallando diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ). Esta diferencia depende fundamentalmente del mayor número de encarceración vítrea G1 y sobretodo G2 hallada a nivel de las esclerotomías que no presentan ampolla conjuntival, respecto de las incisiones que sí presentan bleb conjuntival.

Por último, para el análisis comparativo del grado de ampollas conjuntivales hallado mediante visualización directa en las esclerotomías analizadas, en función de la presencia o ausencia de encarceración vítrea incisional, realizamos una comparación de 2 distribuciones independientes con orden mediante el Test de los rangos de Wilcoxon (U de Mann-Whitney), hallando diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ). Esta diferencia depende fundamentalmente del mayor número de ampollas conjuntivales G1 y sobretodo G2 hallados a nivel de las esclerotomías que no presentan encarceración vítrea, respecto de las incisiones que sí presentan atrapamiento vítreo.

#### **V. 2. 4. ANÁLISIS DE LAS AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS EN FUNCIÓN DEL USO AL QUE SE HAYA DESTINADO LA ESCLEROTOMÍA (SONDA DEL VITRECTOMO/SONDA DE ILUMINACIÓN)**

##### **V. 2. 4. 1. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA TASA DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS, EN FUNCIÓN DEL USO AL QUE SE HAYA DESTINADO LA ESCLEROTOMÍA (G0 vs G1+G2)**

###### **V. 2. 4. 1. 1. EXPLORACIÓN MEDIANTE OCT**

Para el análisis estadístico de la tasa de ampollas conjuntivales halladas mediante OCT en las esclerotomías analizadas, en función del uso al que se destinaron las esclerotomías (entrada de la sonda del vitrectomo o de la sonda de luz), realizamos una comparación de 2 proporciones independientes mediante el Test Exacto de Fisher.

En nuestro estudio, 20 de las 146 esclerotomías superiores (13,7%) cuyas cánulas se emplearon por la sonda del vitrectomo mostraron ampollas conjuntivales. Por su parte, otras 20 esclerotomías superiores (13,7%) cuyas se emplearon por la sonda de iluminación mostraron bleb conjuntival, no hallándose diferencias significativas entre ambas proporciones ( $p = 1$ ).

#### **V. 2. 4. 1. 2. EXPLORACIÓN MEDIANTE BMU**

Para el análisis estadístico de la tasa de ampollas conjuntivales halladas mediante BMU en las esclerotomías analizadas, en función del uso al que se destinaran las esclerotomías (entrada de la sonda del vitrectomo o de la sonda de luz), realizamos una comparación de 2 proporciones independientes mediante el Test Exacto de Fisher.

En nuestro estudio, 12 de las 146 esclerotomías superiores (8,22%) cuyas cánulas se emplearon por la sonda del vitrectomo mostraron ampollas conjuntivales. Por su parte, 14 de las esclerotomías superiores (9,59%) cuyas se emplearon por la sonda de iluminación mostraron bleb conjuntival, no hallándose diferencias significativas entre ambas proporciones ( $p = 0,84$ ).

#### **V. 2. 4. 1. 3. EXPLORACIÓN MEDIANTE VISUALIZACIÓN DIRECTA**

Para el análisis estadístico de la tasa de ampollas conjuntivales halladas mediante visualización directa en las esclerotomías analizadas, en función del uso al que se destinaran las esclerotomías (entrada de la sonda del vitrectomo o de la sonda de luz), realizamos una comparación de 2 proporciones independientes mediante el Test Exacto de Fisher.

En nuestro estudio, 5 de las 146 esclerotomías superiores (3,42%) cuyas cánulas se emplearon por la sonda del vitrectomo mostraron ampollas conjuntivales. Por su parte, 7 de las esclerotomías superiores (4,79%) cuyas se emplearon por la sonda de iluminación mostraron bleb conjuntival, no hallándose diferencias significativas entre ambas proporciones ( $p = 0,77$ ).

## **V. 2. 4. 2. ANÁLISIS COMPARATIVO DEL GRADO DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADAS, EN FUNCIÓN DEL USO AL QUE SE HAYA DESTINADO LA ESCLEROTOMÍA (G0, G1 ó G2)**

### **V. 2. 4. 2. 1. EXPLORACIÓN MEDIANTE OCT**

Para el análisis comparativo del grado de ampollas conjuntivales hallado mediante OCT en las esclerotomías analizadas, en función del uso al que se emplearan las esclerotomías (entrada de la sonda del vitrectomo o de la sonda de iluminación), realizamos una comparación de 2 distribuciones independientes con orden mediante el Test de los rangos de Wilcoxon (U de Mann-Whitney).

En nuestro estudio, no hallamos diferencias significativas ( $p = 0,981$ ) al analizar la presencia de ampollas conjuntivales en grados, en incisiones empleadas por la sonda del vitrectomo respecto de la encontrada en esclerotomías usadas por la luz.

### **V. 2. 4. 2. 2. EXPLORACIÓN MEDIANTE BMU**

Para el análisis comparativo del grado de ampollas conjuntivales hallado mediante BMU en las esclerotomías analizadas, en función del uso al que se emplearan las esclerotomías (entrada de la sonda del vitrectomo o de la sonda de iluminación), realizamos una comparación de 2 distribuciones independientes con orden mediante el Test de los rangos de Wilcoxon (U de Mann-Whitney).

En nuestro estudio, no hallamos diferencias significativas ( $p = 0,676$ ) al analizar la presencia de ampollas conjuntivales en grados, en incisiones empleadas por la sonda del vitrectomo respecto de la encontrada en esclerotomías usadas por la luz.

## **V. 2. 4. 2. 3. EXPLORACIÓN MEDIANTE VISUALIZACIÓN**

### **DIRECTA**

Para el análisis comparativo del grado de ampollas conjuntivales hallado mediante visualización directa en las esclerotomías analizadas, en función del uso al que se emplearan las esclerotomías (entrada de la sonda del vitrectomo o de la sonda de iluminación), realizamos una comparación de 2 distribuciones independientes con orden mediante el Test de los rangos de Wilcoxon (U de Mann-Whitney).

En nuestro estudio, no hallamos diferencias significativas ( $p = 0,558$ ) al analizar la presencia de ampollas conjuntivales en grados, en incisiones empleadas por la sonda del vitrectomo respecto de la encontrada en esclerotomías usadas por la luz.



## VI. DISCUSIÓN

---

## VI. 1. DISCUSIÓN SOBRE EL MODELO EXPERIMENTAL EMPLEADO

---

Para la realización de nuestro estudio, elaboramos un modelo experimental animal que simulara en lo posible las condiciones encontradas en la práctica habitual de vitrectomía en humanos. Para ello, empleamos material, técnica y tecnología idénticos a los que se utilizan en los procedimientos quirúrgicos reales practicados en el hombre.

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 sentido, Olsen y colaboradores<sup>124</sup> observaron, en ojos de cerdo 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 ojos humanos a ese mismo nivel.<sup>125</sup> Por ello, en la población de ojos de cerdo utilizada por nosotros, con pesos comprendidos entre 60 y 80 kg, suponemos un espesor escleral similar al humano.

Por otro lado, un estudio comparativo mostró importante semejanza a nivel microscópico entre las escleras humana y porcina, 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>126</sup>

Nosotros previamente exploramos alguno de los ojos de cerdo a nivel de la *pars plana* mediante biomicroscopía ultrasónica, con el fin de compararlos con imágenes obtenidas de humanos, apreciando una gran similitud anatómica entre ambos ojos a ese nivel.

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>127-129</sup>

Con nuestro estudio experimental sobre ojos de cerdo, no buscamos obtener resultados cuantitativos extrapolables a los que se podrían conseguir en ojos vitrectomizados humanos, a pesar de las similitudes que presentan ambos ojos.<sup>124-129</sup> Se trata únicamente de conseguir un modelo animal de características similares al humano que permita evaluar la aparición de blebs conjuntivales adyacentes a las esclerotomías y por tanto, la competencia incisional, mediante OCT anterior, BMU y visualización directa, con el fin de conocer la capacidad de detección de los blebs por parte de estos métodos, así como analizar la influencia que ejercen la técnica de extracción canular, la presencia de incarceration vítreo incisional y el uso al que se destinen las esclerotomías durante la vitrectomía sobre el cierre de las entradas esclerales. Dado que el empleo de BMU en el postoperatorio inmediato, así como la exploración de la cara interna de las esclerotomías mediante biomicroscopía anterior se tratan de técnicas cruentas, decidimos utilizar un modelo animal que nos permitiera realizar dichas exploraciones.

Este modelo permitiría analizar además, en futuros estudios, la influencia que ejercen otros parámetros sobre la competencia postoperatoria incisional en ojos vitrectomizados, como son la presión de infusión establecida durante la retirada de las cánulas esclerales, la práctica de diferentes técnicas quirúrgicas que requieran diversas maniobras o tiempos quirúrgicos, el uso de diferentes formas de incisión (en

“V” o lineales, según se realicen con esclerotomos monobiselados o con doble bisel), y la práctica de diferentes maniobras para la introducción de las microcánulas (inserción en uno o dos pasos).

Existen diversos trabajos de investigación que han empleado ojos de cerdo como modelos de experimentación.<sup>42,43,119,130-133</sup> No obstante hasta la fecha, ninguno había estudiado la tasa de blebs conjuntivales en ojos previamente vitrectomizados mediante OCT anterior, BMU y visualización directa.

## **VI. 2. DISCUSIÓN SOBRE LAS DIFERENTES TÉCNICAS DE VISUALIZACIÓN DE AMPOLLA CONJUNTIVAL**

---

### **VI. 2. 1. EXPLORACIÓN DE LA PRESENCIA DE AMPOLLA CONJUNTIVAL ADYACENTE A ESCLEROTOMÍAS MEDIANTE OCT**

En nuestro estudio, observamos la presencia de ampollas conjuntivales mediante OCT anterior en el 11,87% de las esclerotomías analizadas (52 esclerotomías de las 438 exploradas). Al clasificar la presencia de ampollas conjuntivales en grados 1 y 2 en función de la cantidad de líquido implicado, observamos blebs grado 1 en el 10,05% de las incisiones, y blebs grado 2 en el 1,82% de estas.

Estudios previos<sup>134-136</sup> han evaluado mediante OCT anterior diversos parámetros de las esclerotomías de ojos vitrectomizados, entre los que destacan la longitud, el ángulo, el espacio entre los bordes incisionales, la aposición de estos, la presencia de desprendimiento coroideo y la de encarceración vítrea. Sin embargo, ninguno había estudiado la presencia de blebs conjuntivales incisionales.

Nuestro estudio es además el primero en clasificar la cantidad de bleb conjuntival en grados, con el fin de recoger de la forma más detallada posible la presencia de estas ampollas.

## **VI. 2. 2. EXPLORACIÓN DE LA PRESENCIA DE AMPOLLA CONJUNTIVAL ADYACENTE A ESCLEROTOMÍAS MEDIANTE BMU**

En nuestro estudio, observamos la presencia de ampollas conjuntivales mediante BMU en el 7,3% de las esclerotomías analizadas (32 esclerotomías de las 438 exploradas). Al clasificar la presencia de ampollas conjuntivales en grados 1 y 2 en función de la cantidad de líquido implicado, observamos blebs grado 1 en el 5,48% de las incisiones, y blebs grado 2 en el 1,82% de estas.

Anteriormente, diversos autores han descrito la tasa de ampollas conjuntivales observadas en diferentes series de ojos vitrectomizados. En todos los casos, las cánulas fueron retiradas sin introducir elemento alguno en su interior, como supone la sonda de luz.

López-Guajardo,<sup>13</sup> Rizzo,<sup>137</sup> y Gutfleisch<sup>138</sup> observaron la presencia de bleb conjuntival con BMU, un día después de la cirugía, en el 64%, el 8,9% y el 50% de las incisiones 25-gauge directas respectivamente. Por su parte, Zhengyu<sup>139</sup> lo hizo en el 56,25% de los ojos analizados; no obstante, este último no especificó cuántas esclerotomías (en lugar de ojos) mostraron ampolla conjuntival, por lo que la tasa de blebs incisionales pudo oscilar entre el 18,75% y el 56,25%, en función del número de entradas por ojo asociadas a ampolla escleral.

Por otro lado, López-Guajardo<sup>13</sup> y Rizzo<sup>137</sup> describieron la presencia de bleb conjuntival en el 25% y el 0% de las esclerotomías 25-gauge oblicuas de ojos vitrectomizados 24 horas antes. A la vista de sus resultados, los autores concluyeron que las incisiones oblicuas presentan una mayor capacidad de cierre que las entradas directas.

Finalmente, Gutfleisch<sup>138</sup> evaluó mediante BMU la presencia de blebs conjuntivales adyacentes a esclerotomías empleadas por la sonda del vitrectomo en una serie de 10 ojos intervenidos a través de incisiones 23-gauge oblicuas, hallando

ampolla conjuntival en el 20% de estas. El autor encontró además asociación positiva entre la presencia de bleb conjuntival y la de hipotonía postquirúrgica (presión intraocular  $\leq 5$  mm Hg un día después de la cirugía), entendiéndose que el bleb conjuntival era secundario a la pérdida de contenido intraocular.

Nuestros resultados se aproximan a los obtenidos por Gutfleisch,<sup>138</sup> que evaluó una serie de ojos intervenidos a través de incisiones 23-gauge oblicuas. No obstante, nuestra muestra de estudio fue mayor a la suya (146 ojos frente a 10). Además, la metodología empleada por los estudios previos difiere de la nuestra, ya que la exploración con BMU la realizan un día después de la cirugía, de forma que, factores como suponen los mecanismos de reabsorción del líquido subconjuntival así como la presión ejercida por la oclusión ocular postoperatoria y el propio parpadeo, pueden influir en los resultados finales. Consideramos que la evaluación de la presencia de ampollas conjuntivales debe realizarse en el postoperatorio inmediato para que, en ausencia de los citados mecanismos, esta sea el reflejo de la competencia incisional postquirúrgica real.

La capacidad de cierre incisional en la etapa postoperatoria temprana se antoja de extrema importancia, ya que es en este periodo en el que, en ausencia de procesos de cicatrización, aparecen las principales complicaciones asociadas a la falta de cierre escleral: la endoftalmitis postquirúrgica<sup>38,44,118</sup> y la hipotonía ocular.<sup>14,140-143</sup> El estudio de la competencia incisional postoperatoria y la identificación de factores o maniobras que favorezcan su cierre adecuado permitirán disminuir el riesgo de aparición de las complicaciones asociadas a la insuficiencia de oclusión de las esclerotomías.

Hasta la fecha además, ningún estudio había evaluado con tanto detalle la presencia de ampollas conjuntivales a nivel incisional, clasificándolas en grados en función de la cantidad de líquido implicado.

## VI. 2. 3. EXPLORACIÓN DE LA PRESENCIA DE AMPOLLA CONJUNTIVAL ADYACENTE A ESCLEROTOMÍAS MEDIANTE VISUALIZACIÓN DIRECTA

En nuestro estudio, observamos la presencia de ampollas conjuntivales por medio del microscopio quirúrgico en el 3,42% de las esclerotomías analizadas (15 esclerotomías de las 438 exploradas). Al clasificar la presencia de ampollas en grados 1 y 2 en función de la cantidad de líquido implicado, observamos blebs grado 1 en el 1,6% de las incisiones, y blebs grado 2 en el 1,82% de estas.

Previamente, diversos autores habían descrito las tasas de ampollas conjuntivales observadas en diferentes series de ojos vitrectomizados. En todos los casos y a diferencia de nuestro estudio, las cánulas fueron retiradas sin introducir elemento alguno en su interior.

Lakhanpal,<sup>144</sup> Rizzo<sup>137</sup> y López-Guajardo<sup>11</sup> observaron ampollas conjuntivales en el 2,38%, el 5,2% y el 22,2% de las incisiones 25-gauge directas de sus muestras de estudio respectivamente. Por su parte, el propio López-Guajardo<sup>11</sup> y Rizzo,<sup>137</sup> así como Gutfleisch,<sup>138</sup> no hallaron blebs conjuntivales mediante visualización directa en ninguno de los ojos incluidos en sus series de 12, 30 y 40 ojos sometidos a vitrectomía a través de esclerotomías 25-gauge oblicuas.

Otros autores han evaluado la tasa de sutura intraoperatoria por falta de competencia incisional en ojos vitrectomizados mediante incisiones 23-gauge oblicuas. En este sentido, las series evaluadas por Fine,<sup>145</sup> Tewari,<sup>146</sup> Parolini,<sup>140</sup> Woo<sup>141</sup> y Chieh<sup>142</sup> requirieron sutura en el 1,3%, el 3,7%, e 3,9%, el 11,2% y el 38,1% de los pacientes incluidos. Chieh fue el único en especificar que la tasa de esclerotomías (y no de ojos o de pacientes) que requirieron sutura por falta de competencia fue del 16%. El resto de autores no detalla cuántas esclerotomías son las que mostraron esta insuficiencia de cierre, por lo que en cada uno de los ojos que requirieron sutura pudo haber 1, 2 ó 3 esclerotomías con bleb conjuntival. De esta



forma, la tasa de blebs en los estudios de Fine, Tewari, Parolini y Woo oscila entre el 0,4 y el 1,3%, el 1,23 y el 3,7%, el 1,3 y el 3,9% y el 3,7 y el 11,2% respectivamente, en función de que existiera bleb en una esclerotomía de cada uno de estos ojos o en las tres incisiones.

Como vemos, la tasa de ampollas conjuntivales recogida en nuestro estudio se sitúa dentro del rango descrito anteriormente por otros autores. La alta variabilidad en la tasa de ampollas conjuntivales referida en la bibliografía pudiera deberse a los diferentes tiempos quirúrgicos empleados y a la diversidad de maniobras realizadas en cada una de las series.

Anteriormente, ningún estudio había empleado sistema alguno de graduación para describir la cantidad de contenido líquido o gaseoso acumulado en el bleb.

## **VI. 2. 4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA TASA DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADA MEDIANTE OCT, BMU Y VISUALIZACIÓN DIRECTA.**

Al comparar la tasa de ampollas conjuntivales adyacentes a esclerotomías sin diferenciar su presencia en grados ( $G0$  vs  $G1 + G2$ ) hallada mediante OCT anterior y BMU, observamos diferencias significativas entre el mayor número de blebs encontrado mediante OCT respecto del encontrado con BMU ( $p < 0.001$ ). Por su parte, la tasa de blebs conjuntivales detectados mediante OCT fue también significativamente mayor a la hallada mediante visualización directa en las incisiones analizadas ( $p < 0.001$ ). Finalmente, al comparar la tasa de blebs encontrada mediante BMU y visualización directa, la primera detectó una cantidad de ampollas incisionales significativamente mayor ( $p < 0.001$ ).

Al comparar la presencia de blebs conjuntivales en grados obtenidos mediante OCT y BMU, hallamos diferencias significativas ( $p < 0,001$ ). Esta diferencia depende fundamentalmente del mayor número de ampollas conjuntivales grado 1 hallado mediante OCT respecto de la BMU. Al analizar los grados de blebs conjuntivales hallados mediante OCT y visualización directa, se obtuvieron diferencias significativas ( $p < 0,001$ ), principalmente por la mayor detección de blebs grado 1 por parte del OCT respecto de la visualización directa. Por último, al evaluar los grados de ampollas conjuntivales encontrados mediante BMU y visualización directa, encontramos diferencias significativas ( $p < 0,001$ ), fundamentalmente por la mayor detección de ampollas grado 1 por parte de la BMU respecto de la visualización directa. Con todos los métodos de visualización (OCT, BMU y visualización directa), la detección de blebs grado 2 fue la misma.

Hasta ahora, numerosos estudios habían comparado la exploración de diversas estructuras oculares mediante OCT anterior y BMU. Así, Dada<sup>147</sup> encontró

una excelente correlación entre las medidas de la profundidad de la cámara anterior, del grosor corneal central y del ángulo iridocorneal mediante OCT anterior y BMU. No obstante, comprobó cómo la BMU ofrece imágenes del cuerpo ciliar de mejor calidad, a causa de la mayor atenuación sufrida por el escáner lumínico del OCT al atravesar estructuras semitransparentes y pigmentadas, respecto de la experimentada por la señal ultrasónica.

García<sup>148</sup> en 2008, después de estudiar mediante OCT anterior y BMU un total de 80 ojos que presentaban diferentes patologías oculares del segmento anterior, concluyó que la OCT era especialmente útil en la exploración de la superficie de la córnea, la conjuntiva, la esclera, el iris y el ángulo iridocorneal, así como en la visualización de implantes situados a nivel subconjuntival o en la cámara anterior; no obstante, no fue tan eficaz en la exploración de elementos situados bajo el propio iris (como lesiones tumorales) o la esclera, dada la dispersión sufrida por el escáner lumínico. Por su parte, la BMU se mostró como una buena herramienta al evaluar la conjuntiva, la esclera, el iris, el cristalino y el cuerpo ciliar, así como en la visualización de implantes subconjuntivales utilizados en glaucoma, o de lentes intraoculares localizadas en las cámaras anterior o posterior, o a nivel de la *pars plana*.

Ese mismo año Zhang,<sup>149</sup> después de estudiar las ampollas conjuntivales de 69 ojos diagnosticados de glaucoma y operados de cirugía filtrante, comprobó que la OCT anterior ofrecía imágenes de mayor resolución del interior de estos blebs que la obtenida mediante BMU.

En el año 2009, López-Guajardo y Benítez-Herreros<sup>150</sup> cuestionaron la eficacia del OCT anterior en el análisis de las esclerotomías empleadas en vitrectomía. En su artículo propusieron que la señal con la que trabaja el OCT bien pudiera sufrir una atenuación mucho mayor que la experimentada por el ultrasonido de la BMU antes de alcanzar las capas más profundas de la esclera, pudiendo esto

comprometer el examen del trayecto interno de la esclerotomía y del vítreo cortical residual. Por otro lado, destacaron las limitaciones que ofrece el escáner del OCT a la hora de captar el trayecto completo de la incisión escleral, dado que, a diferencia de la sonda de la BMU, resulta difícil de movilizar sobre la esclerotomía con el fin de seguir el túnel escleral en todo su recorrido.

Ese mismo año Pavlin, promotor del uso de la biomicroscopía ultrasónica en la exploración oftalmológica,<sup>57</sup> analizó mediante OCT anterior y BMU tumores del segmento anterior en 18 ojos, encontrando la penetrancia de la señal del OCT insuficiente en el análisis de tumores quísticos, pigmentados o posteriores al epitelio pigmentario del iris, a diferencia de la BMU, que ofrecía imágenes de alta calidad al analizar estas lesiones. De esta forma concluyó que el escáner que emplea el OCT anterior sufre una atenuación muy importante al atravesar estructuras pigmentadas, lo cual le impide ofrecer imágenes de tanta calidad como las que se obtienen de la BMU. Además, a pesar de penetrar elementos semiopacos/translúcidos como supone la esclera, no permite visualizar con claridad estructuras subyacentes a esta.<sup>151</sup>

Ya en el año 2011, Bianciotto<sup>152</sup> estudió tumores localizados en el segmento anterior de 200 ojos con ambas herramientas, encontrando la OCT mejor en la exploración de las lesiones iridianas superficiales, así como en la definición de la cara anterior de los tumores. Por su parte la BMU, cuya señal parecía sufrir menos atenuación que la de la tomografía al atravesar estructuras opacas, se mostró superior en el estudio de tumores pigmentados y de lesiones situadas en el cuerpo ciliar o en regiones profundas del iris.

Por último López-Guajardo y Benítez-Herreros,<sup>153</sup> en su estudio sobre exploración de la incarceration vítreo en esclerotomías tras vitrectomía, destacaron la visualización directa de la cara interna de las incisiones esclerales como el mejor método en su análisis, seguido por la BMU y finalmente por la OCT anterior, cuya señal apenas ofrecía imágenes del extremo interno de las entradas esclerales.

Nuestros resultados sitúan a la OCT anterior como una técnica de exploración superior a la BMU en la detección de blebs conjuntivales grado 1. La mayor sensibilidad que ofrece la OCT en la exploración de la superficie ocular se une a otras muchas ventajas que dicho dispositivo presenta respecto de la BMU (método de no contacto, no invasivo, que permite la exploración del paciente en sedestación, y no en decúbito supino). Hasta ahora, ningún estudio había comparado la visualización de ampollas conjuntivales adyacentes a las esclerotomías mediante OCT anterior y BMU. No obstante, de los trabajos anteriormente mencionados,<sup>148,149,152</sup> se extrae la conclusión de que el escáner del OCT se muestra más preciso en el análisis de estructuras adyacentes a la esclera, lo cual concuerda plenamente con los resultados obtenidos en nuestro estudio. Al comparar la visualización mediante microscopio quirúrgico de los blebs conjuntivales grado 1 respecto de la exploración mediante OCT y la BMU, nuestros resultados sitúan al primero de los métodos como el menos eficaz en su detección. Por otro lado, las tres herramientas diagnósticas empleadas mostraron una capacidad de detección de blebs grado 2 muy similar.

De esta forma, la OCT anterior podría considerarse el método “*gold standard*” en la detección de blebs conjuntivales subclínicos (grado 1), dada la alta sensibilidad que muestra. El uso de dicha herramienta pudiera estar justificado en investigación; este permitiría analizar de forma muy precisa la influencia que diversos factores pudieran ejercer sobre la competencia incisional en el postoperatorio inmediato, como suponen la práctica de maniobras quirúrgicas adicionales, la longitud y el ángulo de las esclerotomías practicadas, la forma de estas (en V o lineales) y la presión intraocular presente durante extracción de las cánulas esclerales.

En la práctica quirúrgica habitual, la simple observación intraoperatoria de las incisiones bajo microscopio quirúrgico, una vez retiradas las cánulas, es suficiente

para determinar la presencia de escape de contenido intraocular importante (grado 2) que indique necesidad de suturar la herida. Sin embargo, dadas las limitaciones del microscopio quirúrgico en la detección de blebs subclínicos (grado 1), sería interesante identificar esclerotomías con blebs grado 1 mediante OCT en el postoperatorio inmediato, con el fin de determinar la historia natural de estas incisiones. Estas, podrían evolucionar hacia una resolución espontánea de la ampolla, no presentando dichos ojos más complicaciones que aquellos cuyas incisiones presenten buena capacidad de cierre (blebs grado 0); no obstante, la presencia de complicaciones postquirúrgicas en ojos con ampollas subclínicas podría justificar la necesidad de intervención (sutura de la incisión o presión con parche ocular) hasta la resolución del bleb.

En nuestro estudio, el uso de ojos enucleados nos permitió evaluar eficazmente la cara externa de las esclerotomías mediante BMU y OCT anterior, dado que los ojos enucleados se pueden movilizar libremente con respecto de la sonda de BMU y el escáner del OCT hasta encontrarse la correcta orientación de los trayectos transesclerales. Esta tasa de eficacia en el análisis de cada incisión no podría obtenerse en la práctica clínica con pacientes, dada la limitación de movimientos que presentan los ojos situados en la órbita y el escaso tiempo de exploración que toleran los pacientes estudiados.

Hasta ahora, ningún estudio había comparado en el postoperatorio inmediato diferentes herramientas diagnósticas en la detección de ampollas conjuntivales de diferentes grados, con el fin de comparar la sensibilidad de estas técnicas en el estudio de la incompetencia incisional tras vitrectomía.

### **VI. 3. DISCUSIÓN SOBRE LA PRESENCIA DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES ADYACENTES A LAS ESCLEROTOMÍAS EN FUNCIÓN DE LA TÉCNICA DE EXTRACCIÓN CANULAR EMPLEADA**

---

#### **VI. 3. 1. EXPLORACIÓN DE LA PRESENCIA DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADA EN ESCLEROTOMÍAS CUYAS CÁNULAS FUERON EXTRAÍDAS CON LA SONDA DE LUZ INSERTADA**

En nuestro estudio, observamos presencia de ampolla conjuntival mediante OCT anterior, BMU y visualización directa en el 19,9%, el 13,01% y el 6,85% de las de las esclerotomías superiores cuyas cánulas se retiraron con la sonda de luz insertada en el interior de la cánula.

Al clasificar la presencia de ampollas conjuntivales en grados 1 y 2, en función de la cantidad de líquido acumulado en estas, observamos blebs grado 1 mediante OCT anterior, BMU y visualización directa en el 15,06%, el 8,22% y el 2,05% de las esclerotomías respectivamente, así como blebs grado 2 en el 4,79%, de las incisiones exploradas con cada uno de los métodos antes nombrados.

Anteriormente, otros autores describieron la extracción canular con la sonda de luz insertada a su través una vez realizada la vitrectomía;<sup>135,136,154,155</sup> sin embargo, ninguno había analizado la presencia de filtrado de líquido intraocular a su través ni, por tanto, la capacidad de cierre de las esclerotomías cuyas cánulas se extrajeron de esta forma.

## **VI. 3. 2. EXPLORACIÓN DE LA PRESENCIA DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADA EN ESCLEROTOMÍAS CUYAS CÁNULAS FUERON EXTRAÍDAS CON EL TAPÓN CANULAR INSERTADO**

En nuestro estudio, observamos presencia de bleb conjuntival mediante OCT anterior, BMU y visualización directa en el 7,5%, el 4,79% y el 1,37% de las incisiones superiores cuyas cánulas se retiraron con el tapón canular insertado.

Al clasificar la presencia de ampollas conjuntivales en grados, en función de la cantidad de gel vítreo implicado, observamos blebs grado 1 mediante OCT anterior, BMU y visualización directa en el 7,5%, el 4,79% y el 1,37% de las esclerotomías respectivamente; por su parte, no detectamos ampollas grado 2 con ninguno de los métodos diagnósticos empleados.

Hasta la fecha, diversos estudios habían evaluado la presencia de ampollas conjuntivales en esclerotomías de ojos vitrectomizados cuyas cánulas se extrajeron con el tapón insertado mediante BMU<sup>13,137-139</sup> y visualización directa.<sup>11,137,138,142,144</sup> En este sentido, la proporción de ampollas conjuntivales incisionales observada en nuestro trabajo se halla dentro del rango descrito previamente en la bibliografía.



### **VI. 3. 3. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA PRESENCIA DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES HALLADA EN ESCLEROTOMÍAS CUYAS CÁNULAS FUERON EXTRAÍDAS CON LA SONDA DE LUZ O CON EL TAPÓN CANULAR INSERTADO**

En nuestro estudio, al comparar la mayor tasa de ampollas conjuntivales ( $G0$  vs  $G1 + G2$ ) en las esclerotomías superiores cuyas cánulas fueron extraídas con la sonda de luz insertada respecto de la observada en las incisiones cuyas cánulas se retiraron con el tapón introducido, mediante OCT, BMU y visualización directa, encontramos diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0.003, 0.022$  y  $0.035$  respectivamente).

Por su parte, al analizar los grados de blebs conjuntivales ( $G0$  vs  $G1$  vs  $G2$ ) presentes en las esclerotomías superiores cuyas cánulas fueron extraídas con la sonda de luz insertada respecto de los observados en las incisiones cuyas cánulas se retiraron con el tapón introducido, mediante OCT, BMU y visualización directa, hallamos diferencias claramente significativas ( $p = 0.029, 0.011$  y  $0.017$  respectivamente). En todos los casos, las diferencias estadísticas se debieron fundamentalmente a la presencia mayoritaria de ampollas conjuntivales grado 2 en esclerotomías cuyas cánulas se retiraron con la luz insertada.

Desde la aparición de los sistemas de vitrectomía microincisional 23 y 25-gauge,<sup>8,9,10</sup> diversos autores han evaluado la presencia de ampollas conjuntivales post-quirúrgicas a nivel de las esclerotomías; el bleb, resultante de la falta de competencia incisional, se ha identificado como un factor de riesgo para el desarrollo de hipotonía ocular<sup>138</sup> y de endoftalmitis postquirúrgica.<sup>44,118</sup> Estudios previos han observado una menor tasa de blebs conjuntivales adyacentes a esclerotomías oblicuas respecto de la hallada en esclerotomías de trayecto directo (perpendicular a la superficie escleral).<sup>11,137</sup> Otro estudio encontró diferencias significativas al comparar

la mayor competencia incisional de las esclerotomías 25-gauge respecto de las incisiones 23-gauge, de menor calibre. De esta forma, diámetro y trayecto incisional se han identificado como factores importantes en la capacidad de cierre incisional postoperatoria.<sup>119</sup>

A la vista de nuestros resultados, la retirada de la cánula escleral con la sonda de luz introducida se asocia a una mayor presencia (tasa) de blebs conjuntivales y a una mayor cantidad de contenido intraocular implicado en las ampollas formadas (mayor riesgo de ampollas grado 2). Dicha técnica de extracción canular se ha asociado previamente a una menor cantidad de atrapamiento vítreo incisional postoperatorio respecto de la retirada canular con el tapón insertado, a causa del desalojo del humor vítreo del interior canular hacia la cavidad vítrea que provoca la sonda de luz, sobre la que se desliza la cánula durante la extracción de esta.<sup>42,43</sup> La mayor presencia y mayor grado de ampollas conjuntivales pudiera estar en relación con la menor cantidad de vítreo incisional. Por ello, en el apartado siguiente, discutiremos acerca de la asociación existente entre la presencia de ampolla conjuntival y la de encarceración vítrea incisional tras vitrectomía.

Al retirar las cánulas esclerales con la sonda de luz introducida asumimos un mayor riesgo de formación de ampollas grado 2 (mayor incompetencia incisional) y por tanto, de sutura, además de una menor cantidad (grado) de encarceración vítrea.<sup>43</sup> Las complicaciones asociadas a la presencia de encarceración vítrea, más ligada a la extracción canular con el tapón insertado, no se pueden prevenir durante el postoperatorio: Nada se puede hacer con respecto a las esclerotomías con gran cantidad de gel vítreo atrapado, salvo actuar si aparece alguna de las complicaciones ligadas a este (aparición de desgarros retinianos por contracción del vítreo residual,<sup>39,156,157</sup> o endoftalmitis favorecida por la presencia de la mecha vítrea<sup>38</sup>). Por su parte, el riesgo de complicaciones asociadas a la presencia de incompetencia incisional se puede atajar con la sutura. Por tanto, haciendo balance, parece más

beneficioso extraer la cánula escleral con la sonda de luz insertada a su través, a pesar del mayor riesgo de incompetencia incisional postoperatoria, siempre que suturemos las incisiones en el postoperatorio inmediato en caso de pérdida de contenido intraocular. No obstante, sería necesario comprobar que los resultados obtenidos en nuestro modelo animal se corresponden a los encontrados en humanos.

Hasta ahora, ningún estudio había analizado el efecto que la técnica de extracción canular (con la sonda de luz o el tapón canular insertado a su través) pudiera ejercer sobre la capacidad de cierre de las esclerotomías tras vitrectomía.

## **VI. 4. DISCUSIÓN SOBRE LA PRESENCIA DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES ADYACENTES A LAS ESCLEROTOMÍAS Y LA DE INCARCERACIÓN VÍTREA INCISIONAL**

---

En nuestro estudio, hallamos diferencias significativas al comparar la mayor tasa de blebs conjuntivales ( $G0$  vs  $G1 + G2$ ) hallados en las esclerotomías que presentaron atrapamiento vítreo incisional respecto de la encontrada en las incisiones que no mostraron dicho atrapamiento, mediante OCT, BMU y visualización directa ( $p = 0.023$ ,  $< 0.015$  y  $< 0.001$  respectivamente).

Al analizar los grados de encarceración vítreo presentes en las esclerotomías analizadas, en función de la presencia o ausencia de ampolla conjuntival, hallamos diferencias significativas mediante OCT, BMU y visualización directa ( $p = 0,029$ ,  $< 0,001$  y  $< 0,001$  respectivamente). Estas diferencias dependieron fundamentalmente del mayor número de encarceraciones vítreas G1 y sobretodo G2 halladas a nivel de las esclerotomías que no presentaron ampolla conjuntival, respecto de las incisiones que sí presentaron bleb conjuntival.

Por último, al analizar los grados de ampollas conjuntivales presentes en las esclerotomías analizadas, en función de la presencia o ausencia de encarceración vítreo, hallamos diferencias significativas mediante OCT, BMU y visualización directa ( $p = 0,029$ ,  $< 0,001$  y  $< 0,001$  respectivamente). Estas diferencias dependieron fundamentalmente del mayor número de ampollas G1 y sobretodo G2 halladas a nivel de las esclerotomías que no presentaron encarceración vítreo, respecto de las incisiones que sí presentaron bleb conjuntival.

A la vista de nuestros resultados, la presencia de vítreo encarcerado a nivel de las esclerotomías bien pudiera ejercer un efecto mecánico de taponamiento

incisional. Además, la oclusión obtenida es proporcional a la cantidad de vítreo implicado. Por tanto, toda maniobra que disminuya la presencia o la cantidad de atrapamiento vítreo incisional, como suponen la extracción canular con la sonda de luz introducida a su través,<sup>42,43</sup> así como el afeitado intenso entorno a las esclerotomías<sup>40</sup> mediante la indentación escleral adecuada, la introducción del vitrectomo a través de ambas cánulas superiores, o el empleo de sondas de vitrectomía curvas que faciliten el acceso al vítreo subyacente a las incisiones esclerales,<sup>41</sup> pudieran asociar una menor capacidad de cierre incisional y por tanto, una mayor tasa de sutura al término de la cirugía.

Estudios previos,<sup>13,138</sup> al evaluar mediante BMU la presencia de ampollas conjuntivales e incarceration vítreo incisional, no encontraron asociación significativa entre ambos. No obstante, el análisis de las esclerotomías fue practicado en dichos estudios al menos 1 día después de la cirugía, de forma que factores como la presión ejercida por la oclusión ocular y el parpadeo del ojo, así como mecanismos de reabsorción fisiológica del líquido subconjuntival, pudieran influir en los resultados finales. Consideramos que la evaluación de la relación existente entre la presencia de ampollas conjuntivales y la de incarceration vítreo incisional debe realizarse en el postoperatorio inmediato, para que, en ausencia de los citados mecanismos, esta sea el reflejo real de la asociación presente entre el atrapamiento vítreo y la competencia incisional postquirúrgica.

Previamente, se había propuesto de manera teórica que la presencia de vítreo encarcerado pudiera favorecer el cierre de las esclerotomías microincisionales sin sutura.<sup>9,121,158</sup> Sin embargo, ningún estudio hasta ahora había analizado el papel ocluyente del vítreo residual a nivel de las esclerotomías.

---

## VI. 5. DISCUSIÓN SOBRE LA PRESENCIA DE AMPOLLAS CONJUNTIVALES ADYACENTES A LAS ESCLEROTOMÍAS EN FUNCIÓN DE SU USO

---

Al analizar los datos recogidos, no encontramos diferencias significativas en la tasa de blebs conjuntivales ni en los grados de ampollas conjuntivales presentes en las esclerotomías dedicadas al paso de la sonda del vitrectomo respecto de las empleadas por la sonda de luz, medida con OCT anterior, BMU y exploración directa ( $p > 0.05$  en todos los subgrupos analizados). Por tanto, el uso de las esclerotomías por parte de la sonda del vitrectomo o de la luz en nuestro modelo animal, así como las diferentes maniobras que implica el manejo de cada una de ellas, no conlleva diferencias significativas en la aparición de signos de incompetencia incisional, como supone la presencia de blebs conjuntivales.

Hace unos años, Bhende<sup>94</sup> analizó mediante BMU el cierre de las esclerotomías en un grupo de ojos vitrectomizados hacía 2 meses, sin encontrar diferencias significativas entre ellas en función del uso al que hubieran sido destinadas (paso de vía de infusión, de la sonda de luz, o del vitrectomo). No obstante, dado que evaluó las incisiones 2 meses después de la cirugía, estuvieron implicados en su cierre procesos de reparación tisular, mientras que en nuestro modelo animal postmortem, la oclusión de las incisiones esclerales dependió únicamente de factores mecánicos.

Poco más tarde otro artículo,<sup>13</sup> al observar mayor incidencia en la aparición de blebs 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 una pérdida en la 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.

Lakhanpal por su parte,<sup>144</sup> después de analizar de forma retrospectiva una muestra de 140 ojos operados de vitrectomía 25-gauge a través de incisiones directas, contabilizó 10 esclerotomías que requirieron sutura por aparición de bleb conjuntival tras la cirugía. Todas ellas correspondieron a incisiones empleadas por la sonda manipulada por la mano dominante. Además, estas suturas 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. Por otro lado, el resto de indicaciones en las que se practicó una vitrectomía menos agresiva, no requirieron sutura a su término. Todo ello hizo concluir al autor 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.

En nuestro estudio, no hallamos diferencias significativas en el número de esclerotomías que presentaron ampolla conjuntival en función de su uso. 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 supone la retirada de componentes traccionales vítreo-retinianos. Por otro lado, y a diferencia de nosotros, Lakhanpal practicó incisiones directas en todos los casos. Por ello, la diferente arquitectura incisional presente en ambos estudios (directa y oblicua), asociada a tasas de competencia incisional tras vitrectomía tan dispares,<sup>10-14</sup> podría justificar los diferentes resultados obtenidos por ambos. Nuestro modelo permite evaluar de forma adecuada la competencia incisional de las esclerotomías superiores, dado que la infusión se encuentra activa infundiendo BSS a una presión fija de 10 mmHg 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.

En los últimos años se han realizado varios estudios observacionales<sup>141,159</sup> acerca de la necesidad de sutura de las esclerotomías oblicuas en 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 manejada por mano dominante).

Estos resultados son acordes a 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 ejercida por la sonda manejada por la mano dominante, a la hora de obtener esclerotomías competentes.

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.



## **VII. CONCLUSIONES**

---

## VII. CONCLUSIONES

---

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

1. Nuestro trabajo, realizado en un modelo animal que simula las condiciones encontradas en la práctica habitual de vitrectomía en humanos, ha permitido el estudio de la presencia de ampollas conjuntivales adyacentes a las esclerotomías tras la práctica de vitrectomía.
2. La OCT de segmento anterior es el método que mayor capacidad de detección de ampollas conjuntivales ha mostrado en nuestro modelo animal. Por su parte, la BMU se ha mostrado superior a la visualización directa por medio del microscopio quirúrgico en el estudio de los blebs conjuntivales.
3. La extracción canular con la sonda de luz insertada tras vitrectomía se ha asociado, en nuestro modelo animal, a un mayor número de ampollas conjuntivales y a una mayor cantidad de líquido subconjuntival implicado en dichas ampollas, respecto de la retirada canular con el tapón introducido (técnica habitual).
4. La presencia de incarceration vítrea incisional se ha asociado, en nuestro modelo animal, a una menor tasa de ampollas conjuntivales y a una menor cantidad de líquido subconjuntival implicado en dichas ampollas, respecto de la ausencia de dicho atrapamiento vítreo.
5. El uso al que se someten las esclerotomías durante la vitrectomía (sonda del vitrectomo/sonda de iluminación) no supone diferencias significativas en la presencia de ampollas conjuntivales ni en la cantidad de líquido subconjuntival implicado en dichas ampollas.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

---

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

---

- 1 Cibis GW. Fundamentos y principios de oftalmología. 1ª ed. Barcelona: Elsevier;2007.
- 2 Machemer R, Parel JM, Norton EW. Vitrectomy: a pars plana approach. Technical improvements and further results. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 1972; 76: 462-466.
- 3 Peyman GA, Dodich NA. Experimental vitrectomy: instrumentation and surgical technique. *Arch Ophthalmol* 1971; 86: 548-51.
- 4 Kreiger AE, Straatsma BR. Stereotaxic vitrectomy. *Mod Probl Ophthalmol* 1974; 12: 411-23.
- 5 O'Malley C, Heintz RM Sr. Vitrectomy with an alternative instrument system. *Ann Ophthalmol*. 1975; 7: 585-8, 91-4.
- 6 Chen JC. Sutureless pars plana vitrectomy through self-sealing sclerotomies. *Arch Ophthalmol* 1996; 114: 1273-5.
- 7 Kwok AK, Tham CC, Lam DS, Li M, Chen JC. Modified sutureless sclerotomies in pars plana vitrectomy. *Am J Ophthalmol* 1999; 127: 731-3.
- 8 Fujii GY, De Juan E Jr, Humayun MS, Pieramici DJ, Chang TS, Awh C, et al. A new 25-gauge instrument system for transconjunctival sutureless vitrectomy surgery. *Ophthalmology* 2002; 109: 1807-12; discussion 13.
- 9 Fujii GY, de Juan EJr, Humay MS, Chang TS, Pieramici DJ, et al. Initial experience using the transconjunctival sutureless vitrectomy system for vitreoretinal surgery. *Ophthalmology* 2002; 109: 1814-20.
- 10 Eckardt C. Transconjunctival sutureless 23-gauge vitrectomy. *Retina* 2005; 25: 208-11.

- 11 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: 1154-6.
- 12 Shimada H, Nakashizuka H, Mori R, Mizutani Y, Hattori T. 25-gauge scleral tunnel transconjunctival vitrectomy. *Am J Ophthalmol.* 2006; 142: 871-3.
- 13 López-Guajardo L, Vleming-Pinilla E, Pareja-Esteban J, Teus-Guezala MA. Ultrasound biomicroscopy study of direct and oblique 25-gauge vitrectomy sclerotomies. *Am J Ophthalmol.* 2007; 143: 881-3.
- 14 Hsu J, Chen E, Gupta O, Fineman MS, Garg SJ, Regillo CD. Hypotony after 25-gauge vitrectomy using oblique versus direct cannula insertions in fluid-filled eyes. *Retina.* 2008; 28: 937-40.
- 15 Chavaud D, Azan F. Cirugía del desprendimiento de la retina. 1ª ed. Barcelona: Masson; 2005.
- 16 Bhavsar AR. Vitrectomía. En: Bhavsar AR. Cirugía de retina y vítreo. 1ª ed. Barcelona: Elsevier; 2010. p. 15-50.
- 17 Charles S. Tecnología y técnicas en vitrectomía. En: Bhavsar AR. Cirugía de retina y vítreo. 1ª ed. Barcelona: Elsevier; 2010. p. 245-55.
- 18 Kirchhof B, Wong D. Vitreo-retinal Surgery. Essentials of Ophthalmology. Springer Berlin, Heidelberg, New York; 2007.
- 19 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.
- 20 Gupta A, Schwartz SD. Vitrectomía por 25 G. En: Bhavsar AR. Cirugía de retina y vítreo. 1ª ed. Barcelona: Elsevier; 2010. p. 59-64.
- 21 McDonald HR, Verre WP, Aaberg TM. Surgical management of idiopathic epiretinal membranes. *Ophthalmology* 1986; 93: 978-83.

- 22 Williams GA, Drenser K. Cirugía de membranas epirretinianas. En: Bhavsar AR. Cirugía de retina y vítreo. 1ª ed. Barcelona: Elsevier; 2010. p. 65-69.
- 23 Sawa M, Ohji M, Kusaka S, et al. Nonvitrectomizing vitreous surgery for epiretinal membrane long-term follow-up. *Ophthalmology* 2005; 112: 1402-8.
- 24 Kelly NE, Bhavsar AR. Cirugía del agujero macular. En: Bhavsar AR. Cirugía de retina y vítreo. 1ª ed. Barcelona: Elsevier; 2010. p. 71-84.
- 25 Bressler NM, Bressler SB, Childs AL, et al; Submacular Surgery Trials (SST) Research Group. Surgery for hemorrhagic choroidal neovascular lesions of age-related macular degeneration: ophthalmic findings. SST report 13. *Ophthalmology* 2004; 111: 1993-2006.
- 26 Pendergast SD, Margherio RR, Williams GA, Cox MS. Vitrectomy for chronic pseudophakic cystoid macular edema. *Am J Ophthalmol.* 1999; 128: 317-23.
- 27 Diabetic Retinopathy Vitrectomy Study Research Group: Two-year course of visual acuity in severe proliferative diabetic retinopathy with conventional management. Diabetic Retinopathy Vitrectomy Study (DRVS) report 1. *Ophthalmology* 1985; 92: 492-502.
- 28 Diabetic Retinopathy Vitrectomy Study Research Group: Two-year results of a randomized trial. Diabetic Retinopathy Vitrectomy Study report 2. *Arch Ophthalmol.* 1985; 103: 1644-52.
- 29 Pulido J. Retina, coroides y vítreo. Los requisitos en oftalmología. 1ª ed. Barcelona: Elsevier; 2003.
- 30 Cioffi GA. Glaucoma. 1ª ed. Barcelona: Elsevier; 2009.
- 31 Lloyd MA, Hever DK, Baerveld G, Minckler DS, et al.: Combined molteno implantation and pars plana vitrectomy for neovascular glaucomas. *Ophthalmology* 1991; 98: 1401-5.
- 32 Results of the Endophthalmitis Vitrectomy Study: a randomized trial of immediate vitrectomy and of intravenous antibiotics for the treatment of postoperative bacterial

endophthalmitis. Endophthalmitis Vitrectomy Study Group. Arch Ophthalmol. 1995; 113: 1479-96.

33 Clark WL, Kaiser PK, Flynn HW, Belfort A, Miller D, Meisler DM. Treatment strategies and visual acuity outcomes in chronic postoperative Propionibacterium acnes endophthalmitis. Ophthalmology 1999; 106: 1665-70.

34 González-Castaño C, Castro J, Álvarez-Sánchez M. Luxación del cristalino: Etiología y resultados. Arch Soc Esp Oftalmol 2006; 81: 471-8.

35 Regillo C. Retina y vítreo. 1ª ed. Barcelona: Elsevier; 2009.

36 Damato B, Duke C, Coupland CE, et al. Cytogenetics of uveal melanoma: a 7-year clinical experience. Ophthalmology 2007; 114: 1925-31.

37 Damato B, Groenewald C. Cirugía de tumores intraoculares. En: Bhavsar AR. Cirugía de retina y vítreo. 1ª ed. Barcelona: Elsevier; 2010. p. 229-243.

38 Chen SD, Mohammed Q, Bowling B, et al. Vitreous wick syndrome a potential cause of endophthalmitis after intravitreal injection of triamcinolone through the pars plana. Am J Ophthalmol. 2004; 137: 1159-60; author reply 1160-1.

39 Buettner H, Machemer R. Histopathologic findings in human eyes after pars plana vitrectomy and lensectomy. Arch Ophthalmol 1977; 95: 2029 –2033.

40 Sabti K, Kapusta M, Mansour M, Overbury O, Chow D. Ultrasound biomicroscopy of sclerotomy sites: the effect of vitreous shaving around sclerotomy sites during pars plana vitrectomy. Retina 2001; 21: 464-8.

41 Chalam KV, Shah GY, Agarwal S, Gupta SK. Illuminated curved 25-gauge vitrectomy probe for removal of subsclerotomy vitreous in vitreoretinal surgery. Indian J Ophthalmol. 2008; 56: 331-4.

42 Benitez-Herreros J, Lopez-Guajardo L, Camara-Gonzalez C, Silva-Mato A. Effect of interposition maneuver during cannula removal on vitreous incarceration rate in vitrectomized eyes measured by ultrasound biomicroscopy. Curr Eye Res 2012; 37: 809-12.

- 43 Benitez-Herreros J, Lopez-Guajardo L, Camara-Gonzalez C, Silva-Mato A. Influence of the interposition of a non-hollow probe during cannula extraction on sclerotomy vitreous incarceration in sutureless vitrectomy. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2012; 54:7322-6.
- 44 Kunitomo DY, Kaiser RS. Incidence of endophthalmitis after 20- and 25-gauge vitrectomy. *Ophthalmology* 2007; 114: 2133-7.
- 45 López-Guajardo L, González-Del-Valle F, Teus-Guezala M. Sutureless valved incisions: From cataract to vitreoretinal surgery. *Arch Soc Esp Oftalmol* 2008; 83: 211-2.
- 46 Mundt GH, Hugues WF. Ultrasonics in ocular diagnosis. *Am J Ophthalmol* 1956; 41: 488-498.
- 47 Oksala A, Lehtinen A. Diagnostics of detachment of the retina by means of ultrasound. *Acta Ophthalmol* 1957; 35: 461-472.
- 48 Baum G, Greenwood I. The application of ultrasonic locating techniques to ophthalmology. Theoretic considerations and acoustic properties of ocular media. I. Reflective properties. *Am J Ophthalmol* 1958; 46: 319-329.
- 49 Baum G, Greenwood I. The application of ultrasonic locating techniques to ophthalmology. II. Ultrasonic slit lamp in the ultrasonic visualization of soft tissues. *Arch Ophthalmol* 1958; 60: 263-279.
- 50 Bronson NR. Development of a simple B-scan ultrasonoscope. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1972; 70: 365-408.
- 51 Sherar MD, Foster FS. A 100 MHz PVDF ultrasound microscope with biological applications. *Acoustical imaging* 1987; 16: 511-520.
- 52 Sherar MD, Foster FS. The design and fabrication of high frequency polymer (vinylidene fluoride) transducers. *Ultrasonic imaging* 1989; 11: 75-94.
- 53 Pavlin CJ, Foster FS. *Ultrasound biomicroscopy of the eye*. New York, NY: Springer-Verlag; 1995.



54 Pavlin CJ, Harasiewicz K, Sherar MD, Foster FS. Clinical use of ultrasound biomicroscopy. *Ophthalmology* 1991; 98: 287-295.

55 Sánchez Salorio M, García-Feijóo J, Pazos González B. Biomicroscopía ultrasónica en oftalmología. 1ª Edición. Tecnimedia editorial; 1998.

56 Kapetansky FM. A new water bath for ultrasonic biomicroscopy. *Ophthalmol Vis Sci* 1996; 37; 3756: S817.

57 Pavlin CJ, Sherar MD, Foster FS. Subsurface ultrasound biomicroscopy of the intact eye. *Ophthalmology* 1990; 97: 244-250.

58 García Feijóo J, Pazos González B, Piñeiro Ces A, Cuiña Sardiña R. Instrumentación y práctica de la exploración bioultrasónica. En: Sánchez Salorio M, García-Feijóo J, Pazos González B. Biomicroscopía ultrasónica en oftalmología. 1ª Edición. Tecnimedia editorial; 1998.

59 García-Feijóo J, Martín-Carbajo M, Benítez del Castillo JM, García-Sánchez J. Orbital cup: A device to facilitate ultrasound biomicroscopic examination of pars plana and peripheral retina. *Arch Ophthalmol* 1997; 115: 1475-76.

60 Tello C, Potash S, Liebmann J, Rich R. Soft contact lens modification of the ocular cup for high – resolution ultrasound biomicroscopy. *Ophthalmic Surg* 1993; 24: 563-564.

61 García Feijóo J, Cuiña Sardiña R. Bases físicas de la biomicroscopía ultrasónica. En: Sánchez Salorio M, García-Feijóo J, Pazos González B. Biomicroscopía ultrasónica en oftalmología. 1ª Edición. Tecnimedia editorial; 1998.

62 Tello C, Liebmann J, Potash SD, Cohen H, Ritch R Measurement of ultrasound biomicroscopy images: intraobserver and interobserver reliability. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1994; 35: 3549-3552.

63 Spaeth GL, Azuara-Blanco A, Araujo SV, Augsburger JJ. Intraobserver and interobserver agreement in evaluating the anterior chamber angle configuration by ultrasound biomicroscopy. *J Glaucoma*. 1997; 6: 13-17.

64 Iezzi R; Rosen RB; Tello C; Liebmann J; Walsh JB; Ritch R. Personal computer-based 3-dimensional ultrasound biomicroscopy of the anterior segment. *Arch Ophthalmol* 1996; 114: 520-524.

65 Cusumano A, Coleman DJ, Silverman RH, Reinstein DZ, Rondeau MJ, Ursea R, Daly, SM, Lloyd HO. Three-dimensional ultrasound imaging. Clinical applications. *Ophthalmology* 1998; 105: 300-306.

66 García Feijóo j, Pazos González B, Cuiña Sardiña R. Biomicroscopía ultrasónica del globo ocular normal. En: Sánchez Salorio M, García-Feijóo J, Pazos González B. *Biomicroscopía ultrasónica en oftalmología*. 1ª Edición. Tecnimedia editorial; 1998.

67 Pazos González B, Rodríguez Ares MT, Sánchez Salorio M. Patología de la córnea. Edema corneal. En: Sánchez Salorio M, García-Feijóo J, Pazos González B. *Biomicroscopía ultrasónica en oftalmología*. 1ª Edición. Tecnimedia editorial; 1998.

68 Reinstein DZ, Silverman RH, Coleman DJ. Epithelial and corneal thickness measurements by high-frequency ultrasound digital signal processing. *Ophthalmology* 1994; 101: 140-146.

69 Patel S, Reinstein DZ, Silverman RH, Coleman DJ. The shape of Bowman's layer in the human córnea. *J Refract Surg*. 1998; 14: 636-40.

70 Pazos B, Sánchez-Salorio M, Suárez A, Rodríguez- Ares T, Santos L. Biomicroscopía ultrasónica en la planificación quirúrgica de la queratoplastia. *Arch Soc Esp Oftalmol* 1997; 72: 841-848.

71 González F, Suárez-Peñaranda JM, Díez-Feijóo E, Pazos B, Sánchez-Salorio M. Histopathological and ultrasound biomicroscopy findings in a case of irreversible mydriasis after keratoplasty in keratoconus. *Acta Ophthalmol Scan* 1997; 75: 474-476.

72 McWhae J, Willerscheidt A, Gimbel H, Freese M. Ultrasound biomicroscopy in refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 1994; 20: 493-497.

73 Saragoussi JJ, Puech M, Assouline M, Berges O, Renard G, Pouliquen YJ. Ultrasound biomicroscopy of Baikoff anterior chamber phakic intraocular lenses. *J Refract Surg* 1997; 13: 135-141.

74 Pavlin CJ, Harasiewicz K, Foster FS. Ultrasound biomicroscopy of anterior structures in normal and glaucomatous eyes. *Am J Ophthalmol* 1992; 113: 381-389.

75 Pazos González B, Sánchez Salorio M, Cuiña Sardiña R, García Feijóo J. Traumatismos oculares. En: Sánchez Salorio M, García-Feijóo J, Pazos González B. *Biomicroscopía ultrasónica en oftalmología*. 1ª Edición. Tecnimedia editorial; 1998.

76 Spaeth G, Aruajo S, Azuara A. Comparison of the configuration of the human anterior chamber angle, as determined by the Spaeth gonioscopic grading system and ultrasound biomicroscopy. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1995; 93: 337-47.

77 Kobayashy H, Kiryu J, Koboyashy K, Kondo T. Ultrasound biomicroscopic measurement of anterior chamber angle in premature infants. *British J Ophthalmol* 1997; 81: 460-464.

78 Boker T, Shegem J, Rauwolf M, Wegwerner A. Anterior chamber angle biometry: A comparison of Schimpflug photography and ultrasound biomicroscopy. *Ophthalmic Res* 1995; 27 sp 1: 104-9.

79 Pazos González B, Sánchez Salorio M, García Feijóo J. Glaucoma. En: Sánchez Salorio M, García-Feijóo J, Pazos González B. *Biomicroscopía ultrasónica en oftalmología*. 1ª Edición. Tecnimedia editorial; 1998.

80 Potash SD, Tello C, Liebmann J, Ritch R. Ultrasound biomicroscopy in the pigment dispersion syndrome. *Ophthalmology* 1994; 101: 332-339.

81 Pavlin CJ, Ritch R, Sherar MD, Foster FS. Ultrasound biomicroscopy in plateau iris syndrome. *Am J Ophthalmol* 1992; 113: 390-395.

82 Finger PT, McCormick SA, Lombardo J, Tello C, Ritch R. Epithelial inclusion cyst of the iris. *Arch Ophthalmol* 1995; 113: 777-80.

- 83 Pazos González B, Capeans Tomé C, Sánchez Salorio M. Tumores intraoculares del segmento anterior. En: Sánchez Salorio M, García-Feijóo J, Pazos González B. *Biomicroscopía ultrasónica en oftalmología*. 1ª Edición. Tecnimedia editorial; 1998.
- 84 Jiménez Alfaro Morote I, García Feijóo J, Cuiña Sardiña R. Ultrasound biomicroscopic features of phaquic posterior chamber lenses. Annual meeting of the American Society of Cataract and Refractive Surgery (ASCRS). San Diego, California (USA), Abril 1998.
- 85 Suárez A, Pazos MCB, Sánchez Salorio M, Santos L. Biomicroscopía Ultrasónica: Aplicaciones de la ecografía de alta frecuencia en la cirugía de la catarata complicada. *Arch Soc Esp Oftalmol* 1997; 72: 41-48.
- 86 Gentile RC, Liebman JM, Tello C, Stegman Z, Weissman SS, Ritch R. Ciliary body enlargement and cyst formation in uveitis. *Br J Ophthalmol* 1996; 80: 895-899.
- 87 Green WR. Neuroepithelial tumors of the ciliary body. In Spencer WH. *Ophthalmic Pathology: An Atlas and Text-book*. 3rd ed, W.B. Saunders. Philadelphia 1985; II: 1247.
- 88 García Feijóo J, Cuiña Sardiña R, Benítez del Castillo JM. Patología inflamatoria de la úvea. En: Sánchez Salorio M, García-Feijóo J, Pazos González B. *Biomicroscopía ultrasónica en oftalmología*. 1ª Edición. Tecnimedia editorial; 1998.
- 89 García-Feijóo J, Martín-Carbajo M, Benítez del Castillo JM, García-Sánchez J. Ultrasound biomicroscopy in pars planitis. *Am J Ophthalmol* 1996; 121: 214-5.
- 90 Yuki T, Kimura Y, Nanbu S, Kishi S, Shimizu K. Ciliary body and choroidal detachment after laser photocoagulation for diabetic retinopathy. A high-frequency ultrasound study. *Ophthalmology* 1997; 104: 1259-64.
- 91 Maberly DA, Pavlin CJ, McGowan HD, Foster FS, Simpson ER. Ultrasound biomicroscopic imaging of the anterior aspect of peripheral choroidal melanoma. *Am J Ophthalmol* 1997; 123: 506-514.

92 Gentile RC, Berinstein DM, Liebmann J, Rosen R, Stegman Z, Tello C, Walsh JB, Ritch R. High-resolution ultrasound biomicroscopy of the pars plana and peripheral retina. *Ophthalmology* 1998; 105: 478-48.

93 García Feijóo J, Cuiña Sardiña R. Patología de la retina. En: Sánchez Salorio M, García-Feijóo J, Pazos González B. *Biomicroscopía ultrasónica en oftalmología*. 1ª Edición. Tecnimedia editorial; 1998.

94 Bhende M, Agraharam SG, Gopal L, Sumasri K, Sukumar B, George J, Sharma T, Shanmugam MP, Bhende PS, Shetty NS, Agrawal RN, Deshpande DA. Ultrasound biomicroscopy of sclerotomy sites after pars plana vitrectomy for diabetic vitreous hemorrhage. *Ophthalmology* 2000; 107: 1729-36.

95 Kwok AK, Tham CC, Loo AV, Fan DS, Lam DS. Ultrasound biomicroscopy of conventional and sutureless pars plana sclerotomies: a comparative and longitudinal study. *Am J Ophthalmol*. 2001; 132: 172-7.

96 Huang D, Swanson EA, Lin CP, et al. Optical coherence tomography science 1991; 254; 1178-1181.

97 Maldonado MJ, Ruiz-Oblitas L, Munuera JM, et al. Optical coherence tomography evaluation of the corneal cap and stromal bed features after laser in situ keratomileusis for high myopia and astigmatism. *Ophthalmology*. 2000; 107; 81-87.

98 Hulst HCvd. *Light Scattering by small Particles*, New York, NY Dover Publications; 1981.

99 Steinert RF, Huang D. *Anterior segment optical coherence tomography*. 1st ed. Thorofare. NJ: SLACK incorporated; 2008.

100 Garcia JP Jr, Garcia PM, Buxton DE, Panarelli A, Rosen RB. Imaging through opaque corneas using anterior segment optical coherence tomography. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2007; 38: 314-318.

101 Wang J, Fonn D, Simpson TL, Jones L. Relation between optical coherence tomography and optical pachimetry measurements of corneal swelling induced by hypoxia. *Am J Ophthalmol.* 2002; 134; 93-98.

102 Reddy HS, Li Y, Yiu SC, et al. Optical coherence tomography of corneal and sclera melts. *Ophthalmic Surg Laser Imaging* 2007; 38; 514-517.

103 Hirano K, Ito Y, Suzuki T, et al. Optical coherence tomography for the noninvasive evaluation of the cornea. *Cornea.* 2001; 20; 281-289.

104 Lai MM, Tang M, Andrade EM, et al. Optical coherence tomography to assess intrastromal corneal ring segment depth in keratoconic eyes. *J Cataract Refract Surg.* 2006; 32; 1843-1850.

105 Li Y, Netto MV, Shekhar R, et al. A longitudinal study of LASIK flap and stromal thickness with high-speed optical coherence tomography. *Ophthalmology.* 2007; 114; 1124-1132.

106 Wirbelauer C, Scholz C, Hoerauf H, et al. Corneal optical coherence tomography before and immediately after excimer laser photorefractive keratectomy. *Am J Ophthalmol.* 2000; 130: 693-699.

107 Nozaki M, Kimura H, Kojima M, Ogura Y. Optical coherence tomographic findings of the anterior segment after nonpenetrating deep sclerotomy. *Am J Ophthalmol.* 2002; 133: 837-839.

108 Hoerauf H, Gordes RS, Scholz C, et al. First experimental and clinical results with transscleral optical coherence tomography. *Ophthalmic Sur Lasers,* 2000; 31: 218-222.

109 Kurana RN, Li Y, Tang M, et al. High-speed optical coherence tomography of corneal opacities. *Ophthalmology.* 2007; 114: 1278-1285.

110 Huang D, li Y, Radhakrishnan S, Chalita MR. Corneal and anterior segment optical coherence tomography. In: Schuman JS, Puliafito CA, Fujimoto JG, eds. *Optical Coherence Tomography of Ocular Diseases.* 2nd ed. Thorofare. NJ: SLACK Incorporated; 2004.

- 111 Huang D, Li Y, Radhakrisnan S. Optical coherence tomography of the anterior segment of the eye. *Ophthalmol Clin North Am.* 2004; 17: 1-6.
- 112 Bakri S, Singh AD, Lowder CY, et al. Imaging of iris lesions with high-speed optical coherence tomography. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging.* 2007; 38: 27-34.
- 113 Chalita MR, Li Y, Smith S, et al. High-speed optical coherence tomography of laser iridotomy, *Am J Ophthalmol.* 2005; 140: 1133-1136.
- 114 Wirbelauer C, Karandish A, Haberle H, Pham DT. Noncontact gonioscopy with optical coherence tomography, *Arch Ophthalmol.* 2005; 123: 179-185.
- 115 Kellner L, Wimpissinger B, Stolba U, Brannath W, Binder S. 25-gauge vs 20-gauge system for pars plana vitrectomy: a prospective randomized clinical trial. *Br J Ophthalmol.* 2007; 91: 945-8.
- 116 Yanyali A, Celik E, Horozoglu F, et al. Corneal topographic changes after transconjunctival (25-gauge) sutureless vitrectomy. *Am J Ophthalmol* 2005; 140: 939-41.
- 117 Shaikh S, Ho S, Richmond PP, Olson JC, Barnes CD. Untoward outcomes in 25-gauge versus 20-gauge vitreoretinal surgery. *Retina.* 2007; 27: 1048-53.
- 118 Scott IU, Flynn HW Jr, Dev S, Shaikh S, Mitra RA, Arevalo JF, Kychenthal A, Acar N. Endophthalmitis after 25-gauge and 20-gauge pars plana vitrectomy: incidence and outcomes. *Retina.* 2008; 28: 138-4.
- 119 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: 4080-4.
- 120 Lin AL, Ghate DA, Robertson ZM, O'Sullivan PS, May WL, Chen CJ. Factors affecting wound leakage in 23-gauge sutureless pars plana vitrectomy. *Retina (Philadelphia, Pa)* 2011; 31: 1101-1108
- 121 López-Guajardo L, Benítez-Herreros J. Vitreous incarceration in sclerotomies. *Ophthalmology* 2012; 119: 204-5.

122 Loayza Villar F. Atlas de anatomía ocular en ojos de cerdo. Lima: Ministerio de Salud. Instituto de Oftalmología; 2000.

123 Micro-incision Vitrectomy Surgery: A paradigm shift in modern Vitreoretinal surgery. Euro times Satellite Educational Symposium held during the 7 th EURETINA congress, Monte Carlo, May 2007. Eurotimes supplement October 2007; page 1-10.

124 Olsen TW, Sanderson S, Feng X, Hubbard WC. Porcine sclera: thickness and surface area. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2002; 43: 2529-32.

125 Olsen TW, Aaberg SY, Geroski DH, Edelhauser HF. Human sclera: thickness and surface area. Am J Ophthalmol. 1998; 125: 237-41.

126 Nicoli S, Ferrari G, Quarta M, Macaluso C, Govoni P, Dallatana D, Santi P. Porcine sclera as a model of human sclera for in vitro transport experiments: histology, SEM, and comparative permeability. Mol Vis. 2009; 15: 259-66.

127 Lee B, Litt M, Buchsbaum G. Rheology of the vitreous body: Part 2. Viscoelasticity of bovine and porcine vitreous. Biorheology. 1994; 31: 327-38.

128 Lee B, Litt M, Buchsbaum G. Rheology of the vitreous body: part 3. Concentration of electrolytes, collagen and hyaluronic acid. Biorheology. 1994; 31: 339-51.

129 Noulas AV, Skandalis SS, Feretis E, Theocharis DA, Karamanos NK. Variations in content and structure of glycosaminoglycans of the vitreous gel from different mammalian species. Biomed Chromatogr. 2004; 18: 457-61.

130 Dalma-Weiszhausz J, Gordon-Angelozzi M, Ustariz-Gonzalez O, Suarez-Licona AM. Intraocular pressure rise during 25-gauge vitrectomy trocar placement. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2008; 246: 187-9

131 Teixeira A, Chong L, Matsuoka N, Rowley A, Lue JC, McCormick M, Kerns R, Humayun M. Novel method to quantify traction in a vitrectomy procedure. Br J Ophthalmol. 2010; 94: 1226-9.

132 Teixeira A, Chong L, Matsuoka N, Arana L, Lue JC, McCormick M, Kerns R, Bhadri P, Humayun M. An experimental protocol of the model to quantify traction applied to the retina by vitreous cutters. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2010; 51: 4181-6.



133 Hernández-Verdejo JL, Teus MA, Román JM, Bolívar G. Porcine model to compare real-time intraocular pressure during LASIK with a mechanical microkeratome and femtosecond laser. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2007; 48: 68-72.

134 Taban M, Ventura AA, Sharma S, Kaiser PK. Dynamic evaluation of sutureless vitrectomy wounds: an optical coherence tomography and histopathology study. *Ophthalmology.* 2008; 115: 2221-8.

135 Taban M, Sharma S, Ventura AA, Kaiser PK. Evaluation of wound closure in oblique 23-gauge sutureless sclerotomies with visante optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol.* 2009; 147: 101-107.

136 Chen D, Lian Y, Cui L, Lu F, Ke Z, Song Z. Sutureless vitrectomy incision architecture in the immediate postoperative period evaluated in vivo using optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2010; 117: 2003-9.

137 Rizzo S, Genovesi-Ebert F, Vento A, Miniaci S, Cresti F, Palla M. Modified incision in 25-gauge vitrectomy in the creation of a tunneled airtight sclerotomy: an ultrabiomicroscopic study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2007; 245: 1281-8.

138 Gutfleisch M, Dietzel M, Heimes B, Spital G, Pauleikhoff D, Lommatzsch A. Ultrasound biomicroscopic findings of conventional and sutureless sclerotomy sites after 20-, 23-, and 25-G pars plana vitrectomy. *Eye (Lond).* 2010; 24: 1268-72.

139 Zhengyu S, Fang W, Ying F, Qinghua Q. The experimental research of rabbit's sclerotomy sites undergoing transconjunctival sutureless vitrectomy. *Curr Eye Res.* 2007; 32: 647-52.

140 Parolini B, Prigione G, Romanelli F, Cereda MG, Sartore M, Pertile G. Postoperative complications and intraocular pressure in 943 consecutive cases of 23-gauge transconjunctival pars plana vitrectomy with 1-year follow-up. *Retina.* 2010; 30: 107-11

141 Woo SJ, Park KH, Hwang JM, Kim JH, Yu YS, Chung H. Risk factors associated with sclerotomy leakage and postoperative hypotony after 23-gauge transconjunctival sutureless vitrectomy. *Retina*. 2009; 29: 456-63.

142 Chieh, J J.; Rogers, A H. ; Wiegand, TW. ; Baumall, CR.; Reichel, E; Duker, JS. Short-term safety of 23-gauge single-step transconjunctival vitrectomy surgery .*Retina* 2009; 29: 1486-90.

143 Acar N, Kapran Z, Unver YB, Altan T, Ozdogan S. Early postoperative hypotony after 25-gauge sutureless vitrectomy with straight incisions. *Retina* 2008 ;28: 545-52.

144 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: 817-24.

145 Fine HF, Iranmanesh R, Iturralde D, Spaide RF. Outcomes of 77 consecutive cases of 23-gauge transconjunctival vitrectomy surgery for posterior segment disease. *Ophthalmology*. 2007;114: 1197-200.

146 Tewari A, Shah GK, Fang A. Visual outcomes with 23-gauge transconjunctival sutureless vitrectomy. *Retina*. 2008; 28: 258-62.

147 Dada T, Sihota R, Gadia R, Aggarwal A, Mandal S, Gupta V. Comparison of anterior segment optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy for assessment of the anterior segment. *J Cataract Refract Surg*. 2007;33: 837-40.

148 Garcia JP Jr, Rosen RB. Anterior segment imaging: optical coherence tomography versus ultrasound biomicroscopy. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2008; 39: 476-84.

149 Zhang Y, Wu Q, Zhang M, Song BW, DU XH, Lu B. Evaluating subconjunctival bleb function after trabeculectomy using slit-lamp optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy. *Chin Med J (Engl)*. 2008; 121: 1274-9.

150 López-Guajardo L, Benitez-Herreros J, Teus-Guezala M. Optical coherence tomography as a method for studying sutureless microincisional vitrectomy sclerotomies. *Am J Ophthalmol*. 2009; 148: 321-2.

- 151 Pavlin CJ, Vásquez LM, Lee R, Simpson ER, Ahmed II. Anterior segment optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy in the imaging of anterior segment tumors. *Am J Ophthalmol.* 2009; 147: 214-219.
- 152 Bianciotto C, Shields CL, Guzman JM, Romanelli-Gobbi M, Mazzuca D Jr, Green WR, Shields JA. Assessment of anterior segment tumors with ultrasound biomicroscopy versus anterior segment optical coherence tomography in 200 cases. *Ophthalmology.* 2011; 118: 1297-302.
- 153 Lopez-Guajardo L, Benitez-Herreros J, Camara-Gonzalez C, Silva-Mato A. Assessment of vitreous incarceration in sclerotomies with OCT, ultrasound biomicroscopy, and direct visualization. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging.* 2012; 43: S117-S122.
- 154 Dhoot DS, Kaiser PK. Reducing MIVS wound complications risks. *Review of ophthalmology* 2011; 11: 84-85.
- 155 Kaiser P. Wound construction and incisión advancements in micro-incision vitrectomy. *Retinal physician* 2010; 10: 2-3.
- 156 Gosse E, Newsom R, Lochhead J. The incidence and distribution of iatrogenic retinal tears in 20-gauge and 23- gauge vitrectomy. *Eye.* 2012; 26: 140–143.
- 157 Tan HS, Mura M, de Smet MD. Iatrogenic retinal breaks in 25- gauge macular surgery. *Am J Ophthalmol.* 2009; 148: 427–430.
- 158 Yanyali A, Celik E, Horozoglu F, Oner S, Nohutcu AF. 25-Gauge transconjunctival sutureless pars plana vitrectomy. *Eur J Ophthalmol.* 2006; 16: 141-7.
- 159 Gupta OP, Weichel ED, Fineman MS, et al. Postoperative complications associated with 25-gauge pars plana vitrectomy. *Retina Society abstract* 2005.
- 160 Hotta K, Hirakata A, Ohi Y, et al. Ultrasound biomicroscopy for examination of the sclerotomy site in eyes with proliferative diabetic retinopathy after vitrectomy. *Retina.* 2000; 20: 52–58.