



**UNIVERSITAT DE VALÈNCIA**  
**FACULTAD DE MEDICINA Y ODONTOLOGÍA**

Programa de doctorado: 3139 Medicina

**CIRUGÍA NO PENETRANTE DEL GLAUCOMA CON  
ESPOLONECTOMÍA**

**VALORACIÓN ANATÓMICA Y FUNCIONAL**

TESIS DOCTORAL

Presentada por:

**JORGE VILA ARTEAGA**  
Licenciado en Medicina y Cirugía

Dirigida por:

**DR. D. EMILIO VILA MASCARELL**  
**PROF<sup>a</sup> DRA. D<sup>a</sup> ANTONIA FONS MORENO**

Valencia, 2016



**UNIVERSITAT DE VALÈNCIA**  
**FACULTAD DE MEDICINA Y ODONTOLOGÍA**  
Programa de doctorado: 3139 Medicina

**CIRUGÍA NO PENETRANTE DEL GLAUCOMA CON  
ESPOLONECTOMÍA**  
**VALORACIÓN ANATÓMICA Y FUNCIONAL**

TESIS DOCTORAL

Presentada por:

**JORGE VILA ARTEAGA**  
Licenciado en Medicina y Cirugía

Dirigida por:

**DR. D. EMILIO VILA MASCARELL**  
**PROF<sup>a</sup> DRA. D<sup>a</sup> ANTONIA FONS MORENO**

Valencia, 2016



**Dr. D. Emilio Vila Mascarell**

Doctor en Medicina y Cirugía. Especialista en Oftalmología.

Director Médico de la Clínica Oftalmológica Dr. Vila-Innova Ocular de  
Valencia

**Prof<sup>a</sup> Dra. Antonia Fons Moreno**

Doctora en Medicina y Cirugía. Especialista en Oftalmología.

Profesora Titular (jubilada) del Departamento de Cirugía de la Facultat  
de Medicina i Odontologia  
de la Universitat de València

**C E R T I F I C A N:**

Que Jorge Vila Arteaga, Licenciado en Medicina y Cirugía,  
Facultativo Especialista de Oftalmología del Hospital Universitario y  
Politécnico de la Fe de Valencia, y de la Clínica Oftalmológica Dr. Vila-  
Innova Ocular de Valencia, ha realizado bajo nuestra co-dirección el  
trabajo de investigación clínica:

**“CIRUGÍA NO PENETRANTE DEL GLAUCOMA CON  
ESPOLONECTOMÍA. VALORACIÓN ANATÓMICA Y FUNCIONAL”.**

El cual reúne las condiciones para ser presentado y defendido  
como tesis doctoral, y así poder optar al Grado de Doctor por la  
Universitat de València.

Y para que conste a todos los efectos se firma este certificado en  
Valencia a veinticuatro de junio de dos mil dieciséis.

Fdo.: Dr. Emilio Vila Mascarell

Fdo.: Prof<sup>a</sup> Antonia Fons Moreno



A Marga, Elena y Aitana

A mis padres



## AGRADECIMIENTOS

A todos los que me han ayudado a que este trabajo fuese una realidad.

A mis padres, en especial a mi padre, que me enseñó las armas para luchar contra el glaucoma. Gracias. Sabes que “te debía” esta Tesis, basada en tu experiencia, tus conocimientos y tu mente quirúrgica.

A la Dra. Antonia Fons, perseverante en su afán por ayudarme desde que era un joven residente. La guinda ha sido su inquebrantable empuje para empezar, elaborar y terminar la Tesis. Consejos humanos y divinos.

Al Dr. Antonio Lleó, por su ilusionante apoyo en el manejo de la tarea estadística. Ha conseguido poner orden a una maraña de datos imposibles de descifrar...

A la Dra. Marina Marco y el Dr. José Marí, en quienes confíé mi formación como oftalmólogo y a quienes siempre estaré agradecido. No me equivoqué.

Al Dr. Ángel Cisneros por su apoyo y confianza. Y a todo el equipo del Servicio de Oftalmología de La Fe.

A todo el personal de la Clínica Vila, de una u otra manera han contribuido en todo el proceso.

Quiero agradecer la colaboración de los pacientes que han participado en este trabajo. Son un estímulo para seguir estudiando.

A Marga y a mis hijas, Elena y Aitana, por el tiempo que esta Tesis les ha robado, con el deseo de devolvérselo lo mejor y lo antes posible.

A todos, muchas gracias.

## **INDICE GENERAL**



<b>LISTA DE ABREVIATURAS .....</b>	<b>17</b>
<b>LISTA DE TABLAS .....</b>	<b>21</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>27</b>
<b>I.- INTRODUCCIÓN GENERAL .....</b>	<b>37</b>
<b>1.- Glaucoma. Conceptos generales.....</b>	<b>39</b>
1.1.- Epidemiología	
1.2.- Sustrato anatómico de la enfermedad	
1.3.- Fisiología del humor acuoso	
<b>2.- Tratamiento del glaucoma .....</b>	<b>61</b>
2.1.- Neuroprotección	
2.2.- Hipotensores oculares	
2.3.- Técnicas quirúrgicas para el glaucoma	
<b>3.- Esclerectomía profunda no penetrante .....</b>	<b>78</b>
3.1.- Conceptos generales de la EPNP	
3.2.- EPNP con espionectomía	
3.3.- Implantes esclerales	
3.4.- Valoración postoperatoria	
3.5.- Técnicas de imagen: BMU y OCT-SA	
3.6.- Complicaciones quirúrgicas	
<b>4.- Hipótesis y objetivos .....</b>	<b>133</b>

<b>II.- METODOLOGÍA .....</b>	<b>137</b>
<b>1.- Características de la muestra .....</b>	<b>139</b>
<b>2.- Criterios de inclusión y exclusión .....</b>	<b>140</b>
2.1.- Criterios de inclusión	
2.2.- Criterios de exclusión	
<b>3.- Aspecto éticos .....</b>	<b>142</b>
<b>4.- Exploraciones realizadas .....</b>	<b>143</b>
4.1.- Estudio preoperatorio	
4.2.- Criterios de indicación quirúrgica	
<b>5.- Técnica quirúrgica .....</b>	<b>153</b>
5.1.- Valoración preoperatoria	
5.2.- Anestesia	
5.3.- Pasos quirúrgicos	
5.4.- Tratamiento postoperatorio	
<b>6.- Exploración postoperatoria .....</b>	<b>162</b>
6.1.- Exploración oftalmológica	
6.2.- Gonioscopia	
6.3.- OCT-SA	
<b>7.- Maniobras terapéuticas adicionales .....</b>	<b>184</b>
7.1.- Goniopunción	
7.2.- <i>Needling</i>	
<b>8.- Valoración de éxito quirúrgico .....</b>	<b>189</b>
<b>9.- Análisis de los datos y metodología estadística .....</b>	<b>190</b>

<b>III.-RESULTADOS .....</b>	<b>195</b>
<b>1.- Características de la muestra .....</b>	<b>197</b>
<b>2.- Eficacia de la técnica quirúrgica .....</b>	<b>205</b>
2.1.- Agudeza visual	
2.2.- Presión intraocular	
2.3.- Tratamiento médico postoperatorio	
2.4.- Goniopunción en la MTD	
2.5.- <i>Needling</i> de la ampolla	
<b>3.- Seguridad de la técnica quirúrgica.....</b>	<b>216</b>
3.1.- Complicaciones intraoperatorias	
3.2.- Complicaciones postoperatorias precoces	
3.3.- Complicaciones postoperatorias tardías	
<b>4. Estudio descriptivo de las ampollas de filtración mediante lámpara de hendidura .....</b>	<b>221</b>
4.1.- Altura de la ampolla de filtración	
4.2.- Extensión de la ampolla de la filtración	
4.3.- Vascularización de la ampolla de filtración	
<b>5.- Visualización gonioscópica del espón escleral .....</b>	<b>233</b>
<b>6.- Estudio descriptivo mediante OCT-SA .....</b>	<b>236</b>
6.1.- Ampolla de filtración	
6.2.- Altura del lago escleral	
6.3.- Espacio supracoroideo	
<b>7.- Valoración de los tipos de drenaje.....</b>	<b>249</b>

<b>IV.- DESARROLLO ARGUMENTAL.....</b>	<b>259</b>
<b>1.- Sobre la técnica quirúrgica.....</b>	<b>261</b>
<b>2.- Discusión sobre la metodología.....</b>	<b>267</b>
<b>3.- Discusión de los resultados .....</b>	<b>283</b>
<b>V.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>331</b>
<b>VI.- BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>335</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS

AC	Anhidrasa carbónica
AMPC	Adenosín monofosfato cíclico
ARA	Área del receso angular
ATP	Adenosín trifosfato
AOD	Distancia de apertura angular
CD	Coefficiente de dispersión
CFNR	Capa de fibras nerviosas de la retina
CV	Coefficiente de variación
DDG	Dispositivos de drenaje para glaucoma
DT	Desviación Típica
E	Extensión. En Clasificación de Indiana
ECP	Endociclotocoagulación
EPNP	Esclerectomía profunda no perforante
EEUU	Estados Unidos de América
ELT	Trabeculostomía con láser excimer

GADC	Ciclofotocoagulación con láser diodo asistida con gonioprisma
GDx	Escaneo por polarimetría láser
GPAA	Glaucoma primario de ángulo abierto
GPAC	Glaucoma primario de ángulo cerrado
H	Altura. En Clasificación de Indiana
HEMA	Hidroxietilmetacrilato
HRT	Heidelberg Retina Tomograph
IAC	Inhibidores de la Anhidrasa Carbónica
LASIK	Queratomileusis in situ asistida con láser
LIO	Lente intraocular
MAVC	Mejor agudeza visual corregida
MHz	Megahercio
MIGS	Cirugía del glaucoma mínimamente invasiva
Mm	Milímetro
MMC	Mitomicina C
MTD	Membrana trabéculo-descemética

Nd-YAG	Neodymium-Doped Yttrium Aluminium Garnet
nm	Nanómetro
S	Seidel. En Clasificación de Indiana
SD-OCT	Tomografía de coherencia óptica de dominio espectral
Seg.	Segundo
OCT	Tomografía de coherencia óptica
OCT-SA	Tomografía de coherencia óptica del segmento anterior
PIO	Presión intraocular
TD-OCT	Tomografía de coherencia óptica de dominio temporal
TISA	Espacio irido-trabecular
UC3	Ultrasonidos circular continuo CCC
V	Vascularización. En Clasificación de Indiana
μm	Micrómetro
5-FU	5 fluoruracilo



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Mecanismo de acción de los fármacos antiglaucomatosos .....	64
Tabla 2. Clasificación de las técnicas quirúrgicas para el glaucoma .....	71
Tabla 3. Implantes esclerales empleados en la cirugía no perforante.....	86
Tabla 4. Clasificación de las ampollas de filtración de Kronfeld.....	99
Tabla 5. Comparación de las características entre BMU y OCT-SA ...	122
Tabla 6. Clasificación de Shaffer.....	146
Tabla 7. Pauta de tratamiento postoperatorio.....	161
Tabla 8. Protocolo de exploración postoperatoria.....	162
Tabla 9. Clasificación de Indiana.....	164
Tabla 10. Características de Visante® OCT-SA.....	168
Tabla 11. Clasificación de Yamamoto .....	173
Tabla 12. “Tipos de drenaje” en la EPNP con espilonectomía .....	183
Tabla 13. Datos demográficos y preoperatorios de la muestra.....	204
Tabla 14. Media $\pm$ DT de la MAVC en los distintos controles .....	205

Tabla 15-. Media $\pm$ DT de la PIO en los distintos controles .....	207
Tabla 16. Media del número de fármacos en los distintos controles ...	213
Tabla 17. Punciones de la MTD en los distintos controles .....	214
Tabla 18. Actuaciones postoperatorias totales en la serie. ....	215
Tabla 19. Complicaciones postoperatorias de la serie .....	220
Tabla 20. Distribuciones de frecuencia de la variable “altura de la ampolla de filtración” en los distintos controles postoperatorios.	223
Tabla 21. Valores de la PIO (media $\pm$ DT) en función de la “altura de la ampolla de filtración” en los distintos controles postoperatorios.	225
Tabla 22. Distribuciones de frecuencia de la variable “extensión de la ampolla de filtración” en los distintos controles postoperatorios.	226
Tabla 23. Valores de la PIO (media $\pm$ DT) en función de la “extensión de la ampolla de filtración” en los distintos controles postoperatorios. ....	228
Tabla 24. Distribuciones de frecuencia de la variable “vascularización de la ampolla de filtración” en los distintos controles postoperatorios. .....	230

Tabla 25. Valores de la PIO (media $\pm$ DT) en función de la “vascularización de la ampolla de filtración” en los distintos controles postoperatorios.....	232
Tabla 26. Valores medios de la PIO en función de la presencia del espolón escleral determinada mediante gonioscopia en los distintos controles postoperatorios.....	234
Tabla 27. Distribuciones de frecuencia de los patrones de ampolla de filtración subconjuntival mediante OCT-SA en los distintos controles postoperatorios.....	238
Tabla 28. Valores medios de la PIO para los distintos patrones de ampolla de filtración subconjuntival mediante OCT-SA en los distintos controles postoperatorios. ....	239
Tabla 29. Altura de lago escleral (mm).....	240
Tabla 30. Distribuciones de frecuencia de los patrones de flujo supracoroideo mediante OCT-SA en los distintos controles postoperatorios. ....	246
Tabla 31. Valores medios de la PIO para los distintos patrones de ampolla de filtración supracoroidea mediante OCT-SA en los distintos controles postoperatorios. ....	247

Tabla 32. Distribuciones de frecuencia de los tipos de drenaje en los distintos controles postoperatorios. ....	250
Tabla 33. Valores medios de la PIO para los distintos tipos de drenaje en los distintos controles postoperatorios. ....	251
Tabla 34. Tipo de drenaje en función de la técnica empleada a los 6 meses.....	253
Tabla 35. Tipo de drenaje en función de la técnica empleada a los 12 meses.....	254
Tabla 36. Tipo de drenaje en función de la técnica empleada a los 24 meses.....	254
Tabla 37. Distribución de frecuencias de los tipos de drenaje en función de la exploración gonioscópica a los 6 meses.....	255
Tabla 38. Distribución de frecuencias de los tipos de drenaje en función de la exploración gonioscópica a los 12 meses.....	256
Tabla 39. Distribución de frecuencias de los tipos de drenaje en función de la exploración gonioscópica a los 24 meses.....	257
Tabla 40. Principales variaciones dentro de la EPNP .....	284

Tabla 41. Características muestrales de las principales series publicadas sobre EPNP .....	289
Tabla 42. Estudios que valoran imagen de la zona quirúrgica .....	290
Tabla 43. Datos morfológicos de la ampolla de filtración.....	304



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Anatomía ocular .....	43
Figura 2. Estructuras del limbo quirúrgico tras retirar el tapete escleral superficial. ....	49
Figura 3. Estructuras del limbo quirúrgico tras disecar el tapete escleral profundo.....	51
Figura 4. Imagen gonioscópica .....	53
Figura 5. Esquema de las capas trabeculares .....	55
Figura 6. Esquema de la producción de humor acuoso. ....	57
Figura 7. Gonioscopias de cirugías filtrantes .....	73
Figura 8. Gonioscopias de procedimiento quirúrgicos de reciente aparición .....	76
Figura 9. Extirpación del suelo de Canal de Schlemm .....	80
Figura 10. Técnica de Muñoz para colocar el implante escleral en el espacio supraciliar.....	82
Figura 11. EPNP con espilonectomía e implante supraciliar .....	83

Figura 12. Implante Aquaflow® .....	87
Figura 13. Implante SK-Gel® .....	88
Figura 14. Implante Ologen® .....	89
Figura 15. Modo de empleo de Healaflow® .....	90
Figura 16. Implante T-Flux® .....	91
Figura 17. Implante Esnoper V-2000® .....	92
Figura 18. Esquema del diseño del implante Esnoper Clip® .....	93
Figura 19. Implante Dinop® .....	94
Figura 20. Seidel espontáneo en la exploración realizada a las 24 horas de una cirugía filtrante.....	97
Figura 21. Adelgazamiento y blanqueamiento extremo por el empleo de MMC .....	100
Figura 22. Atalamia postoperatoria .....	101
Figura 23. Imagen de BMU del segmento anterior .....	104
Figura 24. Inferómetro de Michelson.....	110
Figura 25. OCT para estudio de CFNR, papila y células ganglionares	112

Figura 26. OCT-Angiografía y OCT de la lámina cribosa .....	114
Figura 27. Imagen sin editar del segmento anterior obtenida mediante OCT-SA .....	115
Figura 28. Estudio biométrico de la cámara anterior .....	116
Figura 29. Implante XEN.....	117
Figura 30. Ampolla multilobular estudiada mediante OCT-SA.....	118
Figura 31. OCT-SA del postoperatorio de EPNP con espolonectomía e implante supraciliar.....	119
Figura 32. Hernia ciliar producida antes de llegar al espolón escleral .	124
Figura 33. Secuencia de tres complicaciones intraoperatorias .....	126
Figura 34. Desprendimiento de la membrana de Descemet .....	129
Figura 35. Gonioscopia. Sistema de gradación.....	146
Figura. 36. Intolerancia farmacológica.....	147
Figura 37. Examen de progresión que proporciona OCT-Cirrus®.....	149
Figura 38. Estudio de progresión que aporta la Campimetría Humphrey®.....	151

Figura. 39. Pasos quirúrgicos EPNP con espolonectomía (I) .....	158
Figura 40. Pasos quirúrgicos EPNP con espolonectomía (II) .....	159
Figura 41. Pasos quirúrgicos EPNP con espolonectomía (III).....	160
Figura 42. Ejemplos para ayudar a identificar los diferentes parámetros de la Clasificación de Indiana. ....	165
Figura 43. Valoración de las ampollas de filtración según la clasificación de Indiana.....	165
Figura 44. Gonioscopia de la zona quirúrgica .....	167
Figura 45. Visante® OCT-SA.....	169
Figura 46. OCT-SA en paciente no intervenido.....	171
Figura 47. OCT-SA de paciente intervenido mediante EPNP .....	172
Figura 48. Ampolla subconjuntival hiporreflectiva. ....	174
Figura 49. Ampolla subconjuntival hiperreflectiva .....	174
Figura 50. Ampolla encapsulada .....	175
Figura 51. Ampolla subconjuntival plana.....	175
Figura 52. Medición de la altura del lago escleral .....	176

Figura 53. Medición de la altura del lago escleral .....	177
Figura 54. Patrón en lámina .....	178
Figura 55. Patrón en pico .....	179
Figura 56. Patrón difuso.....	180
Figura 57. Patrón de no hiporreflectividad .....	180
Figura 58. Drenaje esclero-supracoroideo .....	182
Figura 59. Fotografía pre y post goniopunción .....	185
Figura 60. Maniobra de <i>needling</i> .....	188
Figura 61. Diagrama de sectores de la distribución por sexos.....	197
Figura 62. Diagrama de barras de la distribución por edad. ....	198
Figura 63. Diagrama de sectores de los tipos de glaucoma.....	199
Figura 64. Diagrama de sectores de la distribución del número de fármacos.....	200
Figura 65. Diagrama de sectores que muestra la distribución del ángulo camerular. ....	201

Figura 66. Diagrama de sectores que muestra el estado del cristalino en la visita inicial.....	202
Figura 67. Diagrama de sectores que muestra la distribución de cirugías realizadas.....	203
Figura 68. Gráfico de línea de la evolución de la MAVC.....	206
Figura 69. Gráfico de línea. Evolución de la PIO. ....	208
Figura 70. Diagrama de sectores de la valoración del éxito quirúrgico a los 24 meses. ....	209
Figura 71. Gráfico de línea de la valoración del éxito en el control de la PIO. ....	210
Figura 72. Gráfico de línea del número de pacientes con tratamiento tópico antiglaucomatoso.....	213
Figura 73. Gráfico de línea parcial y acumulada de la punción de la MTD. ....	214
Figura 74. Herniación coroidea. ....	217
Figura 75. Hiphema de 1,5 mm en el postoperatorio precoz. ....	218

Figura 76. Ampolla disestésica, adelgazada y avascular en su zona inferior.....	219
Figura 77. Diagrama de columnas de la distribución de la variable “altura de la ampolla de filtración” en los distintos controles postoperatorios. ....	224
Figura 78. Diagrama de columnas de la distribución de la variable “extensión de la ampolla de filtración” en los distintos controles postoperatorios. ....	227
Figura 79. Diagrama de columnas de la distribución de la variable “vascularización de la ampolla de filtración en los distintos controles postoperatorios.....	231
Figura 80. Diagrama de sectores. Distribución de la visualización gonioscópica postoperatoria del espolón escleral.....	233
Figura 81. Gonioscopia pre y postoperatoria de EPNP con espilonectomía .....	235
Figura 82. Control evolutivo mediante OCT-SA .....	237
Figura 83. Altura del lago escleral.....	241

Figura 84. Gráfico de dispersión de puntos de la relación entre los valores de altura del lago escleral (en ordenadas) y la PIO (en abscisas) a los 6 meses. ....	242
Figura 85. Gráfico de dispersión de puntos de la relación entre los valores de altura del lago escleral (en ordenadas) y la PIO (en abscisas) a los 12 meses. ....	243
Figura 86. Gráfico de dispersión de puntos de la relación entre los valores de altura del lago escleral (en ordenadas) y la PIO (en abscisas) a los 24 meses. ....	243
Figura 87. OCT-SA de drenaje esclero-supracoroideo.....	249
Figura 88. Diagrama de columnas de la distribución de la variable “tipo de drenaje” en los pacientes sin espolón escleral, a los 6, 12 y 24 meses.....	258
Figura 89. Mecanismo de acción de la espilonectomía .....	264
Figura 90. Ilustraciones de las clasificaciones de la ampolla de filtración de Moorfields e Indiana.....	269
Figura 91. Ampolla escleral en OCT-SA y biomicroscopía .....	271
Figura 92.- Imagen de BMU y OCT-SA de un mismo paciente.....	275

Figura 93. Ciclodíálisis traumática. ....	281
Figura 94. Ciclodíálisis tras trabeculectomía .....	281
Figura 95. Desprendimiento cilio-coroideo anterior .....	282
Figura 96. Quiste de tenon que provoca HTO en el postoperatorio ....	297
Figura 97. Incarceración iridiana tras goniopuntura .....	302
Figura 98. Evolución de una ampolla de filtración .....	306
Figura 99. Ampolla escleral.....	308
Figura 100. Estudio histológico del espolón escleral.....	311
Figura 101. Gonioscopias postoperatorias.....	314
Figura 102. Evolución de la ampolla de filtración conjuntival.....	316
Figura 103. Evolución del lago escleral.....	320
Figura 104. El implante Esnoper® tiene una longitud de 0,85 mm.....	323



## **I. INTRODUCCIÓN GENERAL**



## **1.- Glaucoma. Conceptos generales**

El glaucoma es una neuropatía óptica crónica, que evoluciona con una pérdida progresiva de los axones de las células ganglionares de la retina y que presenta unos cambios característicos y específicos a nivel de la cabeza del nervio óptico, que provocan unas alteraciones del campo visual con unos patrones definidos.

Estas alteraciones son detectables mediante la oftalmoscopia y/o pruebas estructurales, así como con la realización de una campimetría (1-3).

El factor de riesgo más importante asociado al glaucoma es el aumento de la PIO, aunque existen otros factores como la edad avanzada, el menor espesor corneal, la raza negra, los antecedentes familiares, la miopía y los factores vasculares como la baja presión de perfusión y la apnea obstructiva del sueño (4-6).

A pesar de los numerosos factores de riesgo, los únicos tratamientos que han demostrado su eficacia son aquellos encaminados a bajar la PIO, ya sea con medicamentos o mediante cirugía o láser (7, 8).

El glaucoma lo podemos clasificar en congénito o adquirido, y éste último puede ser de ángulo abierto o de ángulo cerrado, y estos dos tipos a su vez pueden ser primarios o secundarios.

### **1.1.- Epidemiología**

El glaucoma es la primera causa de ceguera irreversible a nivel mundial según los datos de la OMS. Las cataratas y los errores refractivos están por delante en las causas generales de ceguera pero estas son reversibles mediante técnicas quirúrgicas o con una corrección óptica. El glaucoma es la causa del 85% de las discapacidades visuales, estando presente la ceguera bilateral en 6,7-8,4 millones de personas (9,10).

En España la prevalencia de glaucoma es de 1,5-2% en los mayores de 40 años, que aumenta a una prevalencia de 1,6-12,8% en mayores de 80 años. Estos datos son similares a los datos europeos y de EEUU.

En los países desarrollados el 34-50% de los pacientes están diagnosticados y, en los países en vías de desarrollo, sólo el 8-10% de los pacientes son conscientes de su enfermedad. Por este motivo el diagnóstico precoz es una de las cuestiones pendientes más importante en cuanto al control del glaucoma (13-15).

### **1.2.- Sustrato anatómico de la enfermedad**

El glaucoma es una enfermedad que involucra a diferentes estructuras del ojo. La producción y eliminación del humor acuoso se produce en el segmento anterior, mientras que el principal daño ocurre en el segmento posterior, a nivel de las células ganglionares de la retina y, en consecuencia, afecta al nervio óptico.

El ojo es un órgano par, de forma más o menos esférica con un diámetro de unos 24 mm.

La capa externa del globo ocular es la esclerótica, salvo en la porción anterior que es la córnea, con su característica transparencia. El tránsito entre ambas constituye el limbo esclero-corneal. La esclerótica “visible” está recubierta por la conjuntiva. La capa media, en contacto con la esclera, es la úvea. Esta formada, en su parte anterior, por el iris y el cuerpo ciliar y, en su parte más posterior, por la coroides. La capa más interna, en contacto con la coroides, es la retina o capa nerviosa.

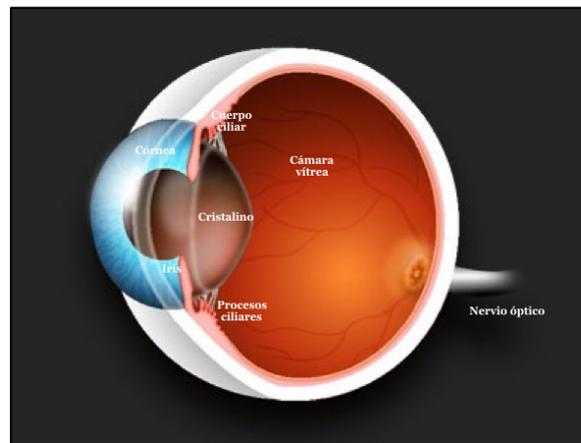
El cristalino se encuentra en el interior del ojo y lo divide en segmento anterior y posterior (figura 1).

### **1.2.1.- Segmento anterior**

El cristalino y las estructuras situadas por delante de él, forman el segmento anterior, en el cual se diferencian dos cámaras: la cámara anterior y la posterior, separadas por el iris y la pupila. Ambas cámaras están rellenas de humor acuoso.

La cámara anterior es el espacio entre la córnea y el plano del iris.

En la parte más periférica de la cámara anterior, donde confluyen la córnea y la esclera, y se inserta el iris, se encuentra el ángulo camerular, que es una zona de especial relevancia tanto para el drenaje del humor acuoso, como para la mayoría de las cirugías del glaucoma.



**Figura 1.** Anatomía ocular. En este esquema encontramos las principales estructuras que componen el ojo, tanto el segmento anterior como posterior.

La córnea es un tejido transparente formado por cinco capas: epitelio, membrana de Bowman, estroma, membrana de Descemet y endotelio (16).

El iris forma parte del tejido uveal. Está formado por una capa epitelial en su superficie anterior, el estroma y, en la parte posterior, el epitelio pigmentario.

El cristalino es la lente intraocular, un tejido transparente que se encuentra protegido por el saco capsular. Está unido en sus 360° a los procesos ciliares a través de la zónula.

La cámara posterior es el espacio que existe entre el iris y el diafragma zónulo-cristaliniano. En la periferia de la cámara posterior se sitúa el cuerpo ciliar.

El cuerpo ciliar, con los procesos ciliares, es una estructura de gran importancia en el mantenimiento de la presión intraocular, ya que en él se produce el humor acuoso, que después de pasar por la cámara posterior y anterior se evacúa por el canal de Schlemm. Anatómicamente, el cuerpo ciliar, se extiende desde la base del iris, continuándose posteriormente con la coroides, el epitelio pigmentario de la retina y la retina neurosensorial, a nivel de la ora serrata.

En una sección sagital aparece como un triángulo con un vértice

en el espolón escleral, otro en el ápex del primer proceso ciliar y otro en la ora serrata. Está formado por dos zonas: la pars plicata y la pars plana. La pars plicata forma los 2 mm anteriores del cuerpo ciliar y contiene los procesos ciliares, que son crestas irregulares radiales, de unos 2 mm de largo y 0.8 mm de altura, en un número aproximado de 70. La pars plana se sitúa por detrás. Es la parte aplanada del cuerpo ciliar, y mide unos 4 mm.

Histológicamente en el cuerpo ciliar encontramos los músculos ciliares. En la zona externa, el músculo de Brücke-Wallace forma la porción longitudinal que es la que se une anteriormente al espolón escleral. En la zona interna, el músculo de Roger-Müller forma la porción circular del músculo ciliar, cuya contracción favorece la acomodación del cristalino. La porción radial está formada por algunas fibras del músculo longitudinal de Brücke, que discurre oblicuamente para continuarse con las fibras circulares.

El epitelio pigmentario ciliar es la capa más externa del epitelio ciliar y es una continuación del epitelio pigmentario de la retina.

El epitelio no pigmentado es la capa más interna del epitelio ciliar y es una continuación de la retina neurosensorial. Estas células son responsables de la producción de humor acuoso, y por lo tanto, son claves en el mantenimiento de la presión intraocular.

### **1.2.2.- Segmento posterior**

La mayor parte del globo ocular lo constituye el segmento posterior. Esta formado por la hialoides, la cámara vítrea, la retina y la papila óptica. La cámara vítrea ocupa 4/5 partes del globo ocular y esta rellena del gel vítreo. La retina esta formada histológicamente por diez capas como resultado de la conexión de tres neuronas: los fotorreceptores, que constituyen la primera neurona de la vía óptica, con las células bipolares, y éstas con las células ganglionares, cuyos axones forman el nervio óptico.

Con el nombre de papila óptica se denomina a la porción inicial del nervio óptico que sale del globo ocular a través la lámina cribosa. La papila óptica presenta una excavación fisiológica característica rodeada del anillo neuroretiniano, que esta formado por los axones de las células que forman el nervio óptico.

### **1.2.3.- Anatomía quirúrgica**

La mayoría de las técnicas quirúrgicas del glaucoma se localizan a nivel del limbo y su correspondencia con el ángulo camerular y las estructuras adyacentes. Por este motivo es necesario un correcto conocimiento de esta región anatómica.

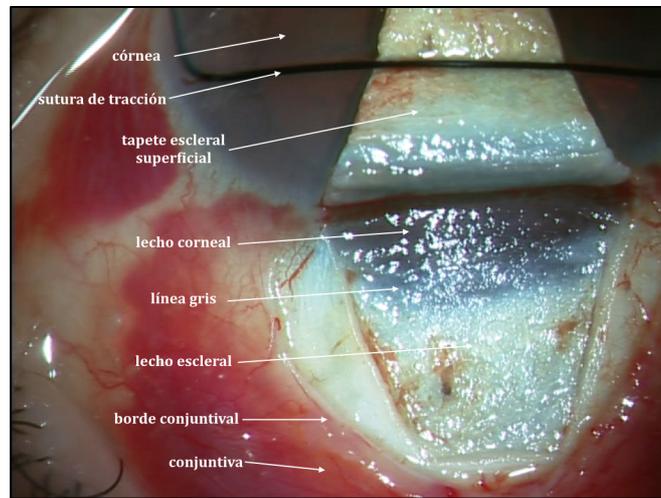
El limbo supone la zona de transición entre la córnea transparente y el tejido escleral. Allí se insertan la conjuntiva y la cápsula de Tenon. Ambas capas están íntimamente relacionadas y cubren juntas la parte más anterior de la esclera. Al llegar a los fondos de saco palpebrales, la conjuntiva se separa para formar la parte más interna de los párpados, mientras que la cápsula de Tenon sigue cubriendo el globo ocular. El espacio subtenoniano es un espacio virtual fácilmente disecable que separa la cápsula de Tenon de la esclera.

La esclerótica o esclera es una membrana fibrosa y resistente que protege los tejidos intraoculares, soporta la tensión de los músculos intraoculares y contribuye a mantener la forma y el tono ocular. Su grosor varía entre 1-1,35 mm en la región del polo

posterior y 0,3 mm detrás de los músculos rectos, que es la zona más adelgazada. Este espesor se modifica según avanzamos hacia el limbo donde llega a medir 0,6 mm. Esta formada por dos capas, una superficial y vascularizada que es la epiesclera y otra más densa que es el estroma. El estroma lo constituyen haces de fibras de colágeno tipo I, que se entrecruzan recorriendo la superficie del ojo de atrás hacia delante. Existen numerosas perforaciones por el paso de vasos y nervios. El tejido perivascular y perineural ejerce una función de canales emisarios, ya que no existe tejido linfático en la esclera.

En la parte más anterior de la esclera, el tejido blanquecino se transforma en tejido transparente corneal, lo cual supone la existencia de una zona intermedia denominada “línea gris”, cuyo límite anterior coincide con una línea vertical que une la finalización de la membrana de Bowman con la línea de Schwalbe (figura 2). El límite posterior de esta zona de transición está por delante del espolón escleral, que puede empezar a distinguirse tanto por el trayecto paralelo al limbo de sus fibras de colágeno,

como por ser una zona de tejido más denso y blanquecino que la esclera situada más posterior.



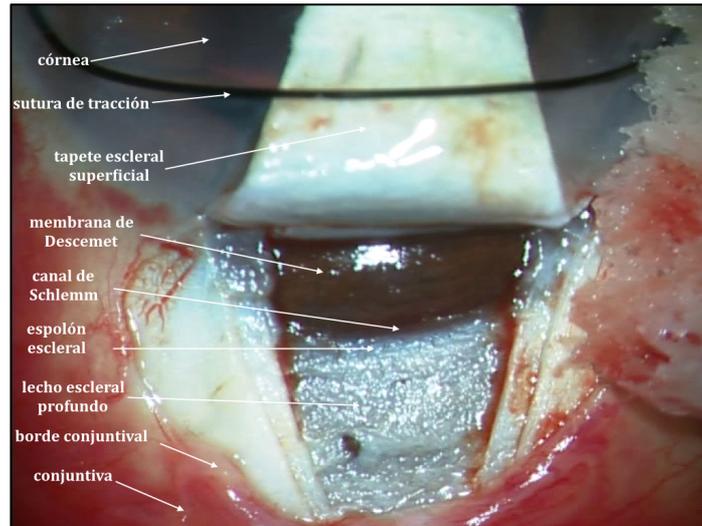
**Figura 2.** Estructuras del limbo quirúrgico tras retirar el tapete escleral superficial.

El espolón escleral es una protuberancia de tejido escleral que se sitúa detrás del trabeculum, entre el tendón del músculo ciliar y el canal de Schlemm. Formado por fibras esclerales circulares, recorre los 360° de la periferia de la cámara anterior, jugando un papel en el mantenimiento de la integridad de la cámara anterior y de la tensión ocular. En el espolón escleral se anclan las fibras musculares longitudinales o radiales del cuerpo ciliar.

El espolón escleral tiene una inervación nerviosa, con presencia de mecano-receptores y células contráctiles que indican un papel más complejo en la fisiopatología ocular del que se puede sospechar inicialmente (17-18).

En la disección limbar profunda encontramos, inmediatamente por delante el espolón escleral, el suelo del canal de Schlemm que tiene características anatómicas similares al tejido venoso. El techo del canal habitualmente se extirpa al tallar el tapete escleral profundo. Más adelante se encuentra el tejido trabecular que finaliza en la línea de Schwalbe, donde empieza la membrana de Descemet. En conjunto se denomina ventana o membrana trabéculo-descemética (figura 3), a través de la cual se produce la percolación del humor acuoso cuando se realiza un cirugía no penetrante del glaucoma.

Por debajo del tejido escleral está la úvea. El espacio entre la esclera y la úvea (coroides y cuerpo ciliar), se denomina espacio supracoroideo. Este espacio está limitado anteriormente por el espolón escleral y en su parte posterior por el nervio óptico (19).



*Figura 3. Estructuras del limbo quirúrgico tras diseccionar el tapete escleral profundo.*

El espacio supracoroideo es un espacio virtual de unas 30 micras de espesor. En condiciones de normalidad este espacio no tiene significación clínica. En él se encuentran laminillas no vasculares de tejido conectivo con dirección aleatoria. Estas laminillas contienen fibras elásticas y células pigmentadas rodeadas por células endoteliales formando un laberinto de espacios interconectados llamado el “espacio linfático supracoroideo de Schwalbe”. Las laminillas disminuyen desde el polo posterior al anterior, por ello son escasas en la región del cuerpo ciliar.

La unión entre la esclera y la coroides es débil, excepto en tres puntos: a nivel del nervio óptico, en la salida y entrada de los vasos y en el espolón escleral.

El cuerpo ciliar presenta una fuerte adherencia a nivel del espolón escleral. La parte más anterior del espacio supracoroideo se denomina también espacio supraciliar, ya que el cuerpo ciliar ocupa aproximadamente los 6 mm más anteriores.

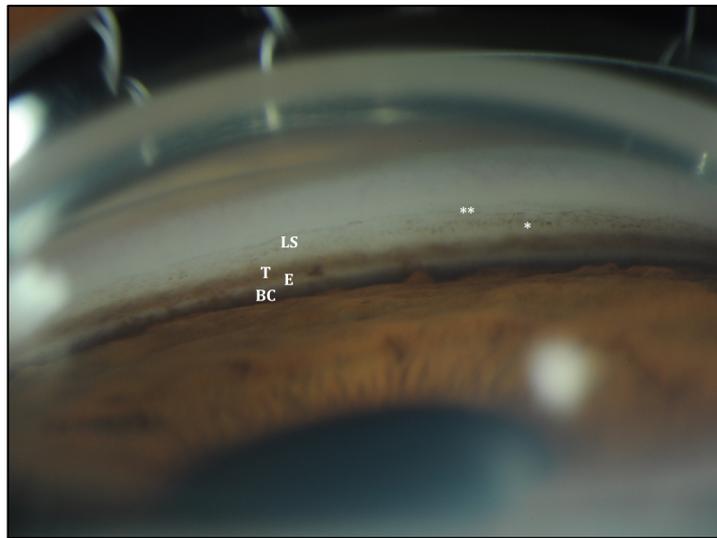
#### **1.2.4.- Ángulo camerular**

En la parte más interna del limbo quirúrgico se encuentra el ángulo camerular o iridocorneal. Este ángulo se forma por la confluencia entre la cara interna de la córnea y la cara anterior del iris, y es donde se localiza el sistema de drenaje del humor acuoso dotando a esta zona de una gran importancia funcional.

Las estructuras anatómicas que lo forman se disponen de forma paralela circunferencialmente en toda la periferia de la cámara anterior, y para su visualización se requiere del empleo de unas lentes especiales (20, 21). Esta exploración se denomina “gonioscopia”.

Las estructuras que distinguimos en la exploración gonioscópica son (figura 4):

- Línea de Schwalbe: es el límite periférico de la membrana de Descemet y marca la separación entre el endotelio corneal y la malla trabecular. Tiene un espesor entre 50-150  $\mu\text{m}$ .



**Figura 4.** Imagen gonioscópica. Se aprecian todas las estructuras angulares: línea de Schwalbe (LS), trabeculum pigmentado (T), espolón escleral (E) y banda ciliar (BC). Se trata un ángulo pigmentado por lo que diferenciamos además grumos finos de pigmento (\*) y la formación de la línea de Sampaolesi (\*\*).

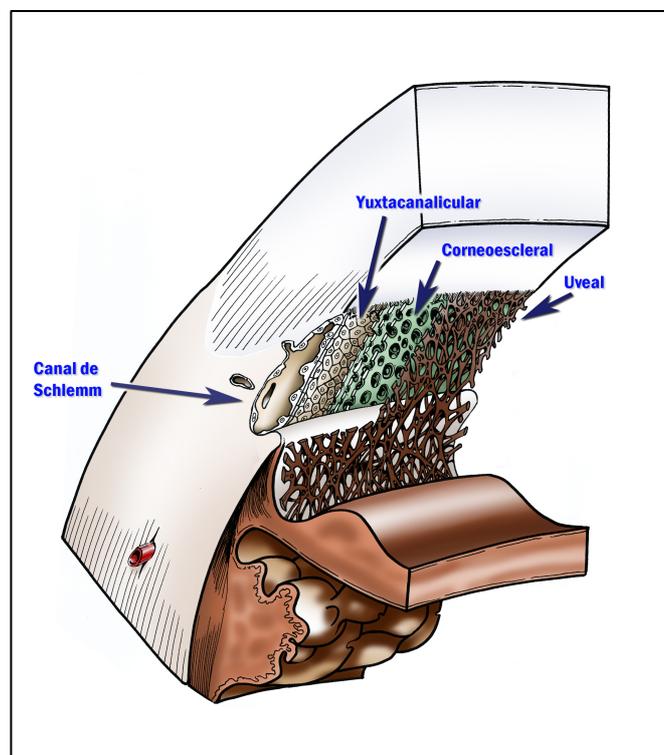
- Trabeculum: forma una red tridimensional de tejido conectivo recubierto por células endoteliales. El humor acuoso lo atraviesa para llegar desde la cámara anterior hasta el canal de Schlemm, que se sitúa detrás de él y que, normalmente, no es visible con la exploración gonioscópica. Es un conducto irregular situado en el espesor del limbo esclero-corneal y tiene características de un canal venoso. El humor acuoso llega al canal al atravesar la porción más posterior de la malla trabecular, donde con los años se acumula pigmento, facilitando su identificación. Por esto se habla de una parte de la malla trabecular pigmentada y otra no pigmentada.

En la malla trabecular se pueden diferenciar tres capas (figura 5):

- Malla úveo-escleral: tiene orificios de gran tamaño (25-75  $\mu\text{m}$ ) y apenas ejerce resistencia a la salida del humor acuoso. Esta capa cubre todo el ángulo iridocorneal, desde la banda ciliar hasta la línea de Schwalbe.
- Malla esclero-corneal: por detrás de la anterior, se extiende desde el espolón hasta la línea de Schwalbe.

Formada por 5-10 láminas de colágeno con perforaciones de 5 a 50  $\mu\text{m}$  que no suponen una resistencia significativa al paso del acuoso.

· Malla yuxtacanalicular: esta en contacto con la pared interna del canal del Schlemm. Esta zona es la que más resistencia ejerce a la salida del humor acuoso.



*Figura 5. Esquema de las capas trabeculares. Cortesía del Dr. José Pinós.*

- Espolón escleral: banda de tejido conectivo más densa que sirve de anclaje a las fibras del músculo ciliar. Por su color blanquecino suele ser empleado como punto de referencia para diferenciar el resto de estructuras.

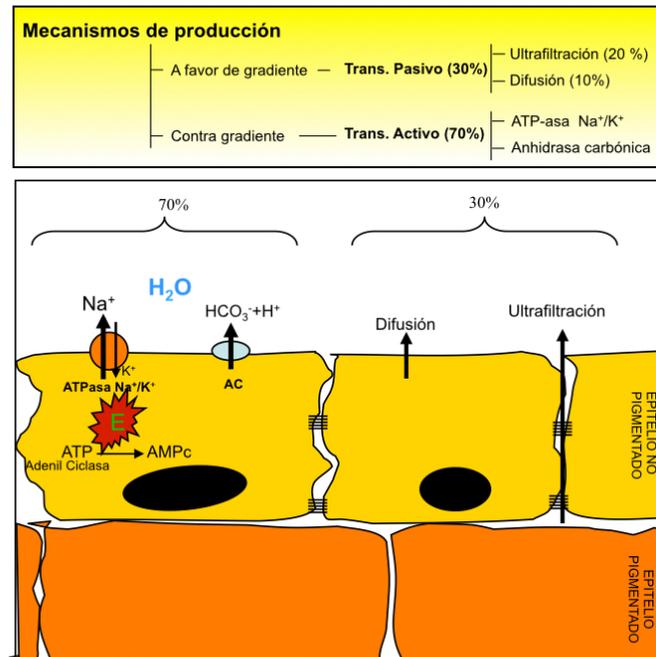
- Banda ciliar: es el límite anterior del cuerpo ciliar. Tiene una coloración más o menos grisácea propia del cuerpo ciliar, aunque es variable de una persona a otra en función del color del iris. Al ser permeable, también permite el drenaje del humor acuoso por la vía úveo-escleral.

- Raíz del iris: es la porción más periférica y adelgazada del iris.

### **1.3.- Fisiología del humor acuoso**

El humor acuoso se produce en el epitelio no pigmentado de los procesos ciliares del cuerpo ciliar (figura 6). Es una monocapa de células epiteliales que recubre los procesos ciliares y que está en contacto con la cámara posterior (22). De toda la producción de humor acuoso, el 70% se produce por secreción activa, que

requiere utilización de energía para su producción, mientras que el restante 30% lo hace de manera pasiva, a través de gradiente de concentración.



*Figura 6. Esquema de la producción de humor acuoso.*

La secreción activa depende de dos sistemas enzimáticos, la ATP-asa  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  y la anhidrasa carbónica. En el primero de ellos, la adenilato-ciclasa estimula el paso de ATP a AMPc, con liberación

de energía. Esa energía es aprovechada por la bomba  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  para introducir iones  $\text{Na}^+$  en la cámara posterior, esto crea una diferencia de presión osmótica en las células del epitelio ciliar que favorece el paso de agua acompañando al  $\text{Na}^+$ . Por su parte, el segundo mecanismo enzimático es la anhidrasa carbónica que cataliza la reacción de  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  en  $\text{HCO}_3^-$ , con entrada de  $\text{H}^+$  acompañados de agua, que es el principal componente del humor acuoso.

La difusión simple y la ultrafiltración contribuyen en la formación del humor acuoso con un 10 y un 20% respectivamente. La difusión simple se realiza a través de las membranas y la ultrafiltración se realiza por los espacios intercelulares dependiente de un gradiente de presión entre los capilares y la cámara posterior.

Cada minuto se producen 2,5 microlitros de humor acuoso, libre de proteínas, que se distribuye por la cámara posterior y anterior del ojo, aportando la nutrición a las estructuras del segmento anterior.

El humor acuoso se evacua por la malla trabecular y por la vía úveo-escleral, y en menor medida por otras vías menos conocidas como son el vítreo y el iris.

La mayor parte del drenaje del humor acuoso (80%) se realiza por la vía trabecular o vía convencional. En esta vía el humor acuoso atraviesa la malla trabecular, llega al canal de Schlemm y desde allí, a través de los colectores y las venas del acuoso, alcanza el sistema venoso epiescleral.

En esta vía de drenaje existe un gradiente de presión que ayuda a dar tono al ojo y tiene función de filtro y limpieza de los desechos oculares. La mayor resistencia a la salida del humor acuoso se produce en la porción yuxtacanalicular de la malla trabecular.

El 20% del drenaje se realiza a través de la vía úveo-escleral. Esta vía fue descrita por Bill en 1965 (23), cuando publica una serie de trabajos en los que demuestra que el humor acuoso circula desde la cámara anterior por las fibras del músculo ciliar hacia el espacio supracoroideo y por los espacios perivasculares directamente a la circulación general.

La salida de humor acuoso por la vía úveo-escleral es independiente de la PIO cuando ésta es elevada, pero sí que disminuye cuando la PIO es baja. Un aumento en la presión de la cámara anterior no produce un aumento en la presión del espacio supracoroideo, pues el músculo ciliar limita el paso de la salida úveo-escleral (19).

## **2.- Tratamiento del glaucoma**

Como se ha comentado anteriormente el glaucoma es una neuropatía óptica multifactorial. La PIO juega un papel muy importante en la mayoría de los tipos de glaucoma y es su principal factor de riesgo (1, 12). El tratamiento debería ir dirigido a proteger el tejido diana -nervio óptico- y a tratar los factores de riesgo modificables. En la práctica, la mayoría de las estrategias terapéuticas van encaminadas a bajar la presión intraocular, tanto mediante fármacos como mediante cirugía. Recientemente se ha retomado el interés hacia los fármacos neuroprotectores que es un campo de investigación, si no nuevo, sí esperanzador.

### **2.1.- Neuroprotección**

Actualmente la neuroprotección es objeto de múltiples estudios y diversos fármacos se han empleado con el fin de detener o enlentecer el daño neuronal. El objetivo principal es evitar la apoptosis de las células ganglionares de la retina (24). Los

mecanismos que llevan a la muerte celular por apoptosis son complejos y en parte desconocidos, por lo que son muchas las líneas investigación que se abren para intentar tratar el glaucoma protegiendo al nervio óptico. Entre estas líneas de investigación podemos destacar:

- Sustancias neurotróficas para mejorar el entorno de las células nerviosas (25).
- Antagonistas del Glutamato para detener la excitotoxicidad, que es uno de los mecanismos más importantes en la apoptosis celular. En este grupo se engloban tanto los bloqueantes de los receptores del NMDA como los bloqueantes de los canales de calcio (26).
- Antioxidantes
- Caspasas, que son inhibidores de las reacciones bioquímicas que ocurren durante la apoptosis (27).
- Estabilizadores de membrana, como la citicolina, que previenen la ruptura de la membrana celular, lo cual determina en último término la muerte celular (28).

- Hipotensores oculares que tienen además una acción protectora de las células ganglionares de la retina (brimonidina, betaxolol) o una acción de mejora en el flujo vascular (dorzolamida) (29-31).

La realización de estudios clínicos sobre sustancias neuroprotectoras requieren una alta complejidad logística, tanto por el gran número de variables que deben tenerse en cuenta, como por la larga duración que deberían tener estos estudios (32).

## **2.2.- Hipotensores oculares**

La mayoría de los pacientes con glaucoma se controlan mediante el uso de colirios hipotensores. Los fármacos actúan de dos maneras para bajar la presión intraocular: disminuir la producción de humor acuoso o aumentar la eliminación (33).

Para disminuir la producción de humor acuoso podemos actuar sobre los dos sistemas enzimáticos que hemos comentado anteriormente: la ATP-asa  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  y la anhidrasa carbónica. Para favorecer el drenaje nuestro objetivo será favorecer la vía

trabecular o la vía úveo-escleral. En la tabla 1 se clasifican los fármacos en función de su principal mecanismo de acción.

**Tabla 1.** Mecanismo de acción de los fármacos antiglaucomatosos.

<b>Disminuyen la producción de humor acuoso</b>	
Inhiben la ATP-asa	$\beta$ -bloqueantes
	$\alpha$ 2-agonistas
Inhiben la AC	IAC
<b>Aumentan la salida de humor acuoso</b>	
Vía úveo-escleral	Análogos de las prostaglandinas
	Prostamidas
Vía trabecular	Parasimpaticomiméticos

### 2.2.1.- $\beta$ -bloqueantes y $\alpha$ -agonistas

El sistema adrenérgico tiene una influencia directa en la producción del humor acuoso. La adenilato-ciclasa, como se ha comentado anteriormente, es fundamental en la producción de energía para que funcione la ATP-asa  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ , que es inhibida por el bloqueo  $\beta$  y por el estímulo  $\alpha$ .

Los  $\beta$ -bloqueantes han sido durante muchos años los fármacos de primera elección produciendo un descenso entorno al 25% de la PIO. El principal problema de estos fármacos son los efectos sistémicos por el bloqueo  $\beta$  que producen, especialmente en pacientes con patologías previas como hiperreactividad bronquial, bradicardia o algunos tipos de arritmias. Se han diseñado diferentes estrategias para minimizar estos efectos y han aparecido  $\beta$ -bloqueantes con actividad simpaticomimética intrínseca o los  $\beta$ -1 selectivos.

La aparición de los análogos de las prostaglandinas relegó estos fármacos a un segundo escalón terapéutico, sin embargo, los  $\beta$ -bloqueantes son los fármacos empleados por la industria farmacéutica en casi todas las asociaciones fijas de fármacos.

Los  $\alpha$ -adrenérgicos tienen una potencia hipotensora algo inferior a los  $\beta$ -bloqueantes, pero tienen menos efectos sistémicos secundarios (34), aunque presentan con mayor frecuencia intolerancias de tipo local, especialmente irritaciones conjuntivales con reacción folicular.

### **2.2.2.- IAC**

Los IAC sistémicos son fármacos que destacan por su gran potencia hipotensora y por sus efectos sistémicos presentes en casi la totalidad de los pacientes (parestesias, debilidad, etc...). Esto hace que se empleen únicamente en casos muy seleccionados.

Los IAC tópicos son fármacos con una eficacia moderada aunque con un perfil de seguridad sistémica bueno (12).

### **2.2.3.- Parasimpaticomiméticos**

La pilocarpina es el principal representante de este grupo. Actúa a varios niveles, produciendo miosis y una contracción del cuerpo ciliar. Se emplea en el cierre angular por su efecto miótico, ya que de esta manera abre el ángulo iridocorneal. Durante muchos años se ha empleado en el glaucoma crónico por su efecto sobre la malla trabecular, pues al contraer el músculo ciliar se produce una tracción del espolón escleral que provocaba una mayor apertura de los orificios de la malla. Los efectos oculares secundarios, especialmente a largo plazo, han hecho que éste fármaco se emplee casi exclusivamente en el glaucoma por cierre angular.

#### **2.2.4.- Análogos de las prostaglandinas**

Actualmente son el tratamiento de primera elección en el glaucoma. Son los fármacos más potentes (hasta un 35% de descenso de la PIO), los de posología más cómoda y escasos efectos secundarios sistémicos.

Su mecanismo de acción se basa en la producción de metaloproteinasas que, liberadas al espacio extracelular, aumentan la conductividad hidráulica de los tejidos, especialmente a nivel del cuerpo ciliar, permitiendo el paso de humor acuoso desde la cámara anterior al espacio supracoroideo (35).

Las prostamidas son fármacos muy similares a las prostaglandinas pero con algunas diferencias moleculares que afectan principalmente a su forma de absorción.

Su principal inconveniente son las reacciones locales entre las que se encuentran la hiperemia conjuntival, el cambio de color de iris, la pigmentación y oscurecimiento periocular, el crecimiento irregular de las pestañas o la aparición de vello en el contorno del ojo.

### **2.3.- Técnicas quirúrgicas para el glaucoma**

Los planteamientos quirúrgicos en el glaucoma van encaminados a disminuir la presión intraocular. Habitualmente se emplean cuando el tratamiento farmacológico no consigue controlar la progresión de la neuropatía óptica glaucomatosa, cuando existe daño severo, o si el paciente muestra una intolerancia a los fármacos, siempre dentro de un planteamiento individualizado en función de las características del paciente y de su tipo de glaucoma.

Existen dos mecanismos principales para actuar a nivel quirúrgico, de manera similar a lo que ocurre con la terapia farmacológica: disminuir la producción del humor acuoso o favorecer su drenaje. Para su realización se pueden emplear métodos *ab-externo* o *ab-interno* según la vía de abordaje quirúrgico (36, 37).

En cuanto a los primeros, los métodos ciclodestructivos se suelen indicar en glaucomas refractarios o de difícil control. Antiguamente se empleaba la ciclocrioablación, mediante una sonda aplicada en la superficie del ojo que producía una atrofia del

cuerpo ciliar de manera no selectiva y con una inflamación postoperatoria que podía conllevar serias complicaciones. Esta técnica se sustituyó por el láser diodo transescleral, que de forma también *ab-externo* produce una atrofia del cuerpo ciliar no selectiva pero con menos inflamación que el frío. La alternativa selectiva a estas técnicas son las cirugías *ab-interno* (38), donde ayudados por un endoscopio se visualizan los procesos ciliares y se tratan sin producir apenas daño en las estructuras limítrofes (39). Un efecto similar se consigue con el GADC (40), donde ayudados de un gonioprisma se visualizan los procesos ciliares que se tratan con una sonda de laser diodo de vitrectomía.

Posteriormente se incorporaron, como tratamiento *ab-externo* los ultrasonidos, mediante el UC3®, que focaliza la energía ultrasónica en los procesos ciliares, destruyéndolos de manera selectiva.

Pero las cirugía más empleadas se basan en procedimientos que favorecen la salida del humor acuoso (cirugía filtrante). Se han ideado desde principios del siglo XX y su finalidad es lograr la

disminución de la presión intraocular mediante la creación de una vía de drenaje del humor acuoso o la mejora de las ya existentes. Han aparecido numerosas técnicas tratando de lograr un equilibrio entre el descenso tensional y las complicaciones postoperatorias. La trabeculectomía diseñada por Cairns en 1968 es el “*gold* estandar” de la cirugía filtrante, aunque existen múltiples variantes que se engloban dentro del mismo término. Emplea un abordaje *ab externo* y comunica la cámara anterior con el espacio subconjuntival a través de una fistula que esta protegida por un tapete escleral. Es la técnica que ha demostrado a largo plazo los mejores resultados tensionales, si bien, la frecuencia de complicaciones hace que se sigan buscando alternativas a ésta técnica. Las complicaciones principales de la trabeculectomía derivan de la hipotonía (atalamias, desprendimiento coroideo, hiphema ...), de la inflamación (membranas ciclíticas, sinequias) y de la ampolla de filtración (fibrosis conjuntival, Seidel, endoftalmitis,...).

A lo largo de los años la aparición de nuevas técnicas y variantes

quirúrgicas es constante. En la última década ha habido un especial desarrollo que nos obliga ordenar los nuevos conceptos quirúrgicos (tabla 2).

**Tabla 2.** Clasificación de las técnicas quirúrgicas para el glaucoma

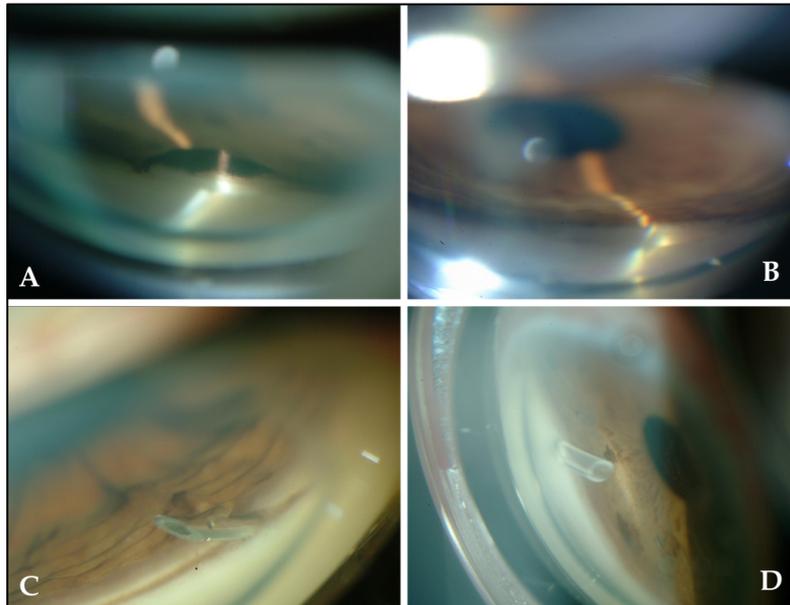
<b>Ciclodestructiva</b>	<i>Ab externo</i>	Ciclocrioablación Laser transescleral UC3®
	<i>Ab interno</i>	ECP GADC
<b>Favorecen el drenaje</b>	<i>Ab externo</i>	Vía subconjuntival Trabeculectomía EPNP Ex-PRESS® DDG
		Vía trabecular Canaloplastia Viscocanalostomía
		Vía supracoroidea EPNP implante supraciliar · Téc. Muñoz · Espolonectomía
	<i>Ab interno MIGS</i>	Vía subconjuntival XEN®
		Vía trabecular iStent® Hydrus® ELT® Trabectome®
		Vía supracoroidea iStent Supra® CyPass®

Las técnicas que emplean un abordaje *ab externo* tienen los primeros pasos quirúrgicos similares: realización de una peritomía conjuntival y tallado del tapete escleral superficial hasta llegar a la zona del limbo quirúrgico. Una vez allí se debe decidir qué vía de drenaje se desea emplear: subconjuntival, trabecular o supracoroidea.

Si se busca la vía subconjuntival se realizará una comunicación entre la cámara anterior y la zona del tapete escleral para que el humor acuoso forme una ampolla de filtración. Las técnicas que emplean esta vía de drenaje son la trabeculectomía, la EPNP y el dispositivo Ex-PRESS® (Alcon, Texas, EEUU). Los dispositivos de drenaje, tanto los tubos como las válvulas, se les engloba también en esta categoría, aunque el drenaje lo realizan más posterior. Son cirugías cuyo éxito depende de la ampolla de filtración.

El drenaje por la vía trabecular se emplea en la cirugía que trata de restablecer las vías fisiológicas de evacuación del humor acuoso. Para esto se debe localizar el canal de Schlemm desde el limbo

quirúrgico para poder acceder a su interior. Esto lo hacen, de diferentes maneras la viscocanalostomía, la canaloplastia iTrack®, la sonda Glaucolight® y el dilatador del canal de Stegman.



**Figura 7.** Gonioscopias de cirugías filtrantes. A: trabeculectomía. B: EPNP. C: dispositivo ExPRESS®. D: Válvula de Ahmed.

La vía supracoroidea es accesible también desde el abordaje *ab externo*. Debe buscar una comunicación desde la cámara anterior al espacio supracoroideo de manera “modulada”, es decir, no directa como lo hacía la ciclodiálisis tradicional, que podía provocar

severas complicaciones relacionadas principalmente con la hipotonía.

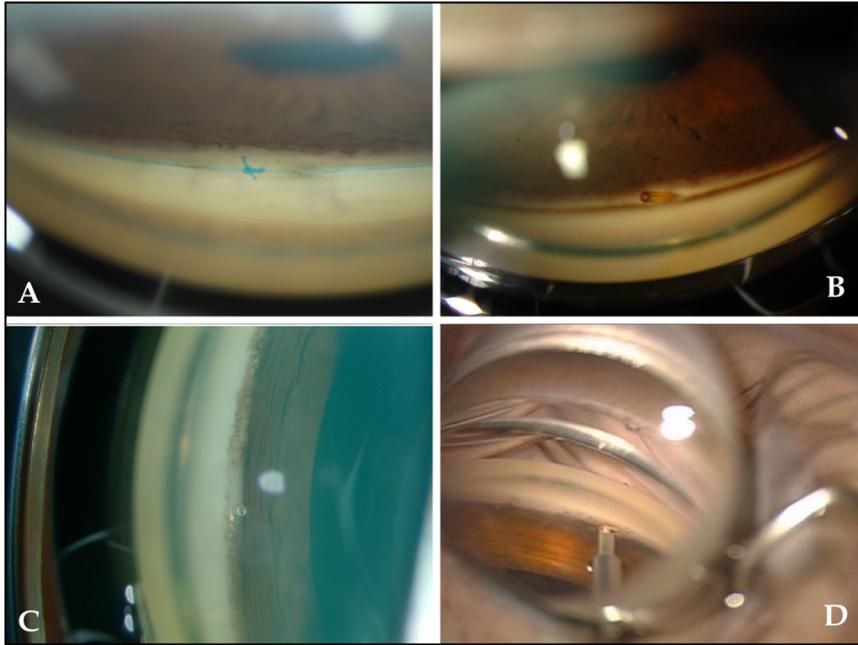
Este mecanismo lo empleaba el implante de oro Gold Shunt®, con resultados irregulares, y actualmente lo usan las técnicas derivadas de la EPNP que realizan una comunicación con el espacio supracoroideo para que el humor acuoso, en vez de drenar hacia el espacio subconjuntival, lo haga hacia el espacio supracoroideo. Entre estas técnicas está la variante de Muñoz (41) y la EPNP con espolonectomía, diseñada por Vila-Mascarell en 2006 (42) y que ha demostrado su eficacia (43).

Las técnicas que emplean la vía trabecular y la vía supracoroidea no dependen para su correcto funcionamiento de la ampolla de filtración.

El segundo grupo de técnicas que favorecen el drenaje lo forman las cirugías *ab interno* y se denominan MIGS, ya que son cirugías mínimamente invasivas. Estas técnicas cumplen la mayoría de las siguientes características (37): utilizan la vía *ab interno* a través de una incisión en córnea clara; son muy poco traumáticas para los

tejidos y emplean dispositivos biocompatibles. Se pueden asociar a la cirugía de cataratas con una recuperación rápida por la poca inflamación que produce. Al igual que las cirugías *ab externo*, las MIGS emplean las tres vías de drenaje posibles.

La vía subconjuntival la emplea el XEN®, que es un dispositivo cilíndrico de 6 mm de longitud. Su colocación se realiza a través de un inyector en forma de jeringuilla que se introduce en cámara anterior por el cuadrante inferior de la córnea para llegar al ángulo iridocorneal en la parte superior del ojo y atravesar la esclera para salir a 3 mm del limbo. Allí se libera el cilindro que quedará conectando la cámara anterior con el espacio subconjuntival. El dispositivo InnFocus®, aunque aparentemente es similar, no cumple estrictamente las características de las MIGS, ya que se coloca de manera contraria al XEN®, es decir, se implanta desde fuera hacia dentro, *ab externo*, haciendo una disección conjuntival en la parte superior y entrando en cámara anterior.



**Figura 8.** *Gonioscopias de procedimiento quirúrgicos de reciente aparición. A: canaloplastia iTrack®. B: implante XEN®. C: iStent trabecular Glaukos®. D: gonioscopia intraoperatoria de cirugía mediante Trabectome® (D: Cortesía I. Ahmed).*

Las técnicas que emplean la vía trabecular son el iStent®, el Hydrus®, el Trabectome® y la ELT®. El iStent® es un pequeño dispositivo de apenas 1 mm que se enclava en el canal de Schlemm para evitar el paso por la malla trabecular. El Hydrus® es un implante que ocupa 90º del canal de Schlemm y se coloca de forma similar al iStent®. Produce una dilatación del canal

favoreciendo el drenaje de humor acuoso. El Trabectome® se asemeja a la técnica de Arado de Domínguez (44), se lleva a cabo con un electrocauterio y consiste en abrir el canal de Schlemm a la cámara anterior. El ELT® realiza impactos con láser excímer empleando una sonda, de manera análoga a una trabeculoplastia. La vía supracoroidea la emplean el CyPass® y el iStent Supra®. Ambos dispositivos son similares. Se trata de un cilindro con perforaciones que se coloca por detrás del espolón escleral para entrar en el espacio supracoroideo.

### **3.- Esclerectomía profunda no penetrante**

#### **3.1.- Conceptos generales de la EPNP**

En el año 1964 Krasnov (45) y Walker (46) describieron la cirugía no perforante del glaucoma pero no ganó popularidad entre los cirujanos debido a su dificultad técnica y a la aparición de la trabeculectomía. En los últimos años, sin embargo, ha ganado mayor difusión. Aunque presenta una curva de aprendizaje más larga que la trabeculectomía, una vez superada esta fase, las complicaciones intraoperatorias son mínimas. Su efectividad, si va asociada al empleo de implantes, antimetabolitos y goniopuntura son, según numerosos trabajos, similares a la trabeculectomía (47-50). Debe tenerse en cuenta que la principal complicación intraoperatoria de la cirugía no penetrante es la rotura de la MTD, lo cual puede no obligarnos a variar técnica, aunque en ocasiones puede llevarnos a convertir la cirugía no penetrante en una trabeculectomía de características similares a la trabeculectomía convencional (51).

Numerosos estudios, muchos de ellos españoles, demuestran

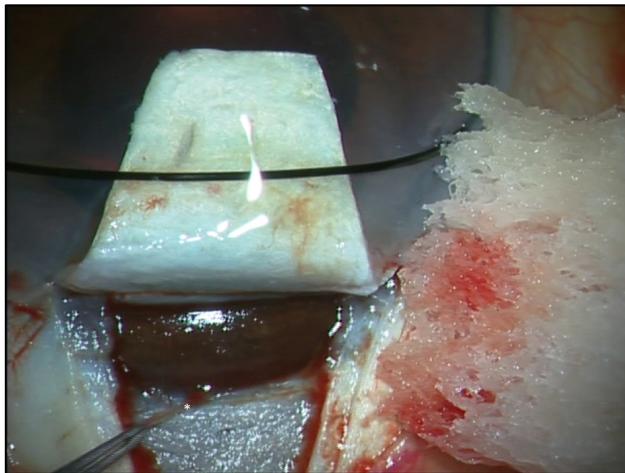
la eficacia a largo plazo y, sobre todo, escasas complicaciones intra y postoperatorias de la EPNP (49, 52-60).

Esta cirugía tiene un abordaje *ab externo*. Se realiza un tapete escleral superficial y luego uno profundo que llega a nivel del canal de Schlemm, donde se disecciona el techo del canal y se continúa para formar la membrana trabéculo-descemética. Finalmente se extirpa el suelo del canal con la porción yuxtacanalicular del trabeculum (61, 62). Para perpetuar el drenaje es habitual colocar un implante escleral y emplear MMC (63-66). Estos pasos quirúrgicos los comparte con la técnica objeto de este estudio, por lo que serán descritos minuciosamente más adelante.

El mecanismo de funcionamiento de la EPNP es múltiple y se basa en diferentes maniobras y pasos quirúrgicos llevados a cabo durante la cirugía para favorecer el drenaje del humor acuoso. Entre estos pasos destacamos (22, 67, 68):

- Adelgazamiento de la malla trabecular.
- Disección del suelo del canal y de las fibras situadas en la porción yuxtacanalicular del trabeculum (figura 9).

· Creación de una ventana trabéculo-descemética suficientemente amplia para permitir la “percolación” del humor acuoso. Rossier (69) demostró que el drenaje ocurre principalmente por la porción más anterior del trabeculum y, en menor medida por la parte posterior del mismo y por la membrana de Descemet.



*Figura 9. Extirpación del suelo de Canal de Schlemm.*

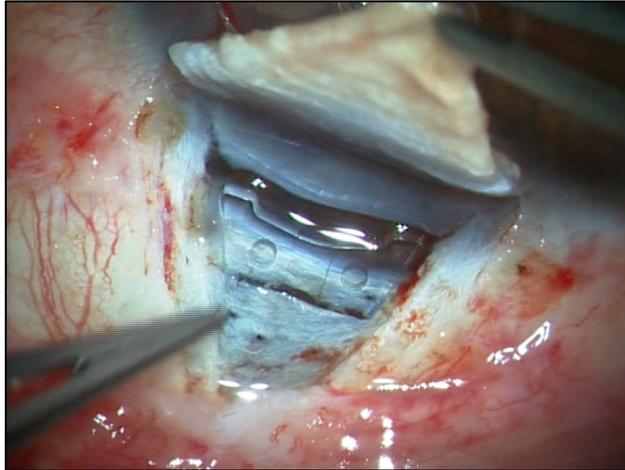
Una vez el humor acuoso ha pasado la MTD llega al lago escleral, donde puede tomar diferentes vías de drenaje:

- vía subconjuntival: formando la ampolla de filtración de manera similar a la trabeculectomía.
- vía transescleral: el humor acuoso se absorbe por el tejido escleral desde el propio lago escleral.
- vía trabecular: a través del “*ostium*” creado a ambos lados de la esclerectomía.
- vía supraciliar/supracoroidea: a través del fino suelo escleral.

La participación de varias vías de drenaje es una de las características que minimiza el drenaje subconjuntival y por ello la dependencia de la ampolla de filtración subconjuntival. Diferentes estudios que exploran las características de la ampolla de filtración en la EPNP resaltan la frecuencia de ampollas de poca altura o planas en el contexto de presiones intraoculares óptimas (70, 71).

Una opción para modificar el drenaje consiste en potenciar la vía supracoroidea. Con esta finalidad Muñoz (41) diseñó su técnica donde realiza una esclerotomía por donde introduce el implante escleral al espacio supracoroideo (figura 10). Vila-Mascarell ideó

en 2006 la “espolonectomía” (42, 43), técnica que empleamos habitualmente y que consiste en extirpar el espolón escleral en la zona quirúrgica para crear un acceso al espacio supracoroideo.



*Figura 10. Técnica de Muñoz para colocar el implante escleral en el espacio supraciliar. El implante se introduce por la apertura realizada por detrás del espolón escleral.*

### **3.2.- EPNP con espolonectomía**

La EPNP con espolonectomía añade la extirpación del espolón escleral a la cirugía no penetrante convencional. De esta manera se intenta modificar el funcionamiento de la cirugía, buscando potenciar la vía supracoroidea, pero no es ésta la única variación

fisiopatológica que se provoca al extirpar el espolón escleral, ya que se produce también una desinserción del músculo ciliar, una extirpación de las fibras trabeculares que se insertan en el espolón escleral, un aumento en el tamaño de la MTD , una relajación del cinturón fibroso que rodea la cámara anterior y, por último, se facilita la colocación del implante que va ayudar a mantener en el tiempo la vía supracoroidea funcionante (figura 11).

Las ventajas y los resultados tensionales de la espolonectomía ya fueron objeto de un proyecto de investigación anterior (43).



**Figura 11.** EPNP con espolonectomía e implante supraciliar. El implante es colocado a través de la apertura creada al extirpar el espolón escleral.

### **3.3.- Implantes esclerales**

Los implantes esclerales en la cirugía no perforante tienen la misión de mantener el lago escleral creado al extirpar el tapete profundo. También tiene la finalidad de prevenir adherencias entre el tapete y el lecho escleral, evitar el taponamiento de la MTD y estimular la formación de nuevas venas acuosas. Existen series que aportan éxitos en cirugía sin implante (72), aunque parece que a partir del año éstos son fundamentales en el éxito de la intervención pues evitan la fibrosis entre el lecho escleral profundo y el tapete superficial (70, 71, 73).

Los biomateriales empleados no deben producir reacciones adversas ni liberar partículas que originen degradación con el paso de los años (74).

Las formas y los materiales son diferentes. La ubicación de los mismos puede cambiar en función del diseño y de las preferencias del cirujano, así como la posible fijación mediante una sutura al tejido adyacente.

Unos están diseñados para situarlos en el espacio subconjuntival y evitar así el fracaso de la ampolla por fibrosis, otros se colocan en el lago escleral con la finalidad de que no se produzca un colapso del mismo, y otros se implantan en el espacio supracoroideo.

Los implantes reabsorbibles tienen una supervivencia suficiente para evitar que los procesos cicatrizantes hagan fracasar la cirugía. Están formados por materiales como colágeno o ácido hialurónico modificado para perdurar hasta 4 y 6 meses. Los implantes son, junto con el empleo de la MMC y los corticoides postoperatorios, las principales armas que dispone el cirujano de glaucoma para intentar frenar y modular los procesos de cicatrización de la herida quirúrgica que conducirían al fracaso de la cirugía.

A continuación detallamos algunas de las características de los principales implantes que han sido más empleados en la cirugía de glaucoma. En la tabla 3 se resumen sus propiedades en cuanto a su composición, durabilidad y la posible ubicación.

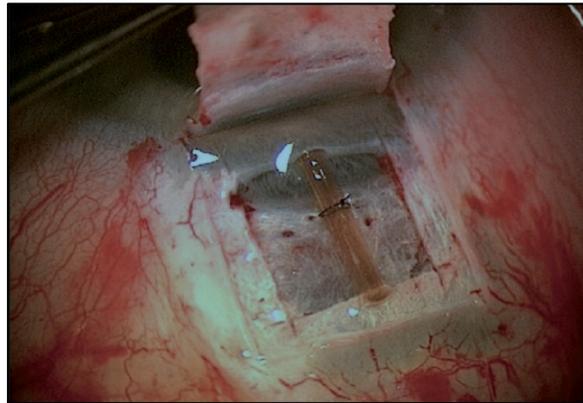
**Tabla 3.** Implantes esclerales empleados en la cirugía no perforante

<b>Implante</b>	<b>Material</b>	<b>Reab</b>	<b>Localización</b>
<b>Aquaflow®</b>	Colágeno	Sí	Intraescleral
<b>SK-Gel®</b>	Ác. Hialurónico	Sí	Intraescleral
<b>Ologen®</b>	Colágeno	SI	Intraescleral Subconjuntival
<b>Esnoper V-2000®</b>	HEMA	No	Intraescleral Supraciliar
<b>Esnoper Clip®</b>	HEMA	No	Escleral + supraciliar
<b>T-Flux®</b>	Poly-megma	No	Intraescleral Supraciliar
<b>Dinop®</b>	Acrílico	No	Intraescleral Supraciliar
<b>Healflow®</b>	Ác. Hialurónico	Sí	Intraescleral Subconjuntival

Reab: reabsorbible

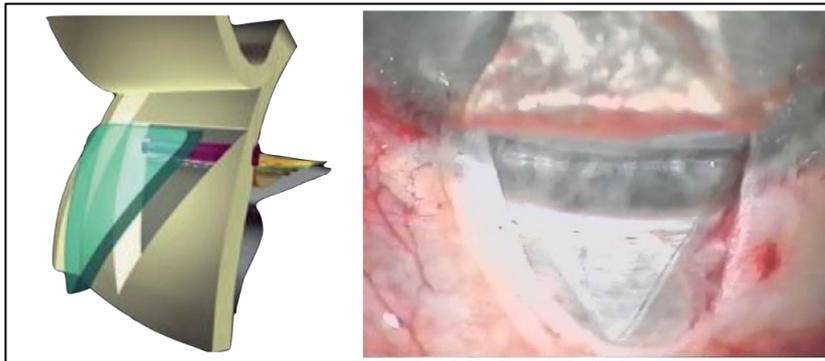
· **Aquaflow®** (Staar Surgical AG, Nidau, Suiza). Fue el primer implante empleado con éxito en la cirugía no penetrante. Se trata de un cilindro de colágeno porcino deshidratado con un tamaño de 0,5 x 4 mm, que una vez colocado se hidrata para duplicar su tamaño (figura 12).

Se coloca de manera perpendicular al limbo, de forma que el extremo más anterior quede situado sobre la MTD y el resto del implante se sitúe en el futuro lago escleral, donde se sutura para evitar su desplazamiento. Se reabsorbe en unos 6-9 meses, manteniendo el espacio del lago escleral (75).



*Figura 12. Implante Aquaflow® (Cortesía Dr. Loscos).*

· **SK-Gel®** (Corneal lab., París, Francia). Es un implante de ácido hialurónico reticulado, biosintético y reabsorbible. Tiene forma triangular de 3,5 o 4,5 mm de lado y 500 micras de espesor (figura 13). Para aumentar su permanencia se trata mediante crosslinking, consiguiendo además una mínima reacción inflamatoria. Se coloca sobre el lecho escleral, cubriendo también parcialmente el espacio de la membrana trabéculo-descemética. Posteriormente se cubre con el tapete escleral superficial. El espacio que se crea se visualiza mediante técnicas de imagen durante años después de su implantación (76-78).



**Figura 13.** *Implante SK-Gel®: esquema posicionamiento del implante y fotografía quirúrgica del implante SK-Gel® (Cortesía de Corneal® Lab).*

· **Ologen®** (Aeon Astron. EEUU). Es un implante biodegradable, poroso, con una matriz de colágeno-glicosaminglicano. Tiene un tiempo de degradación de 3 a 6 meses. Se comercializa en forma redonda o rectangular y de varios tamaños (figura 14).

Está diseñado para ser colocado en el espacio subconjuntival, para que los fibroblastos crezcan por los poros y de esta manera prevenir la cicatrización y actuar como reservorio y canalizador del humor acuoso.

También se pueden colocar sobre el cuerpo de las válvulas en los dispositivos de drenaje (79), con la finalidad de modular la formación de la ampolla de filtración.

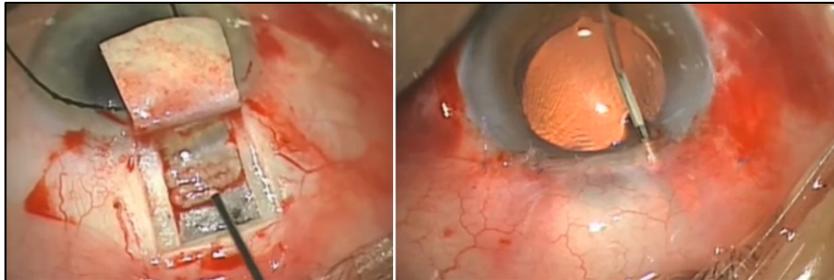


**Figura 14.** *Implante Ologen®. Manipulación intraoperatoria e introducción en espacio subconjuntival. Detalle a gran aumento de su carácter poroso (cortesía de laboratorios Equipisa®).*

· **Healaflow®** (Anteis, Switzeland). Es un implante inyectable que se emplea como mantenedor de espacio. Permite preservar el espacio subconjuntival y el lago escleral (figura 15). Esta compuesto por ácido hialurónico reticulado obtenido por biofermentación con una concentración de 22,5 mg/ml (2,25%) que le otorga una reabsorción lenta.

Para su colocación, una vez realizada la cirugía, se inyecta rellenando el lago escleral donde perdurará evitando el colapso del mismo. Posteriormente se coloca en le espacio subconjuntival de manera difusa.

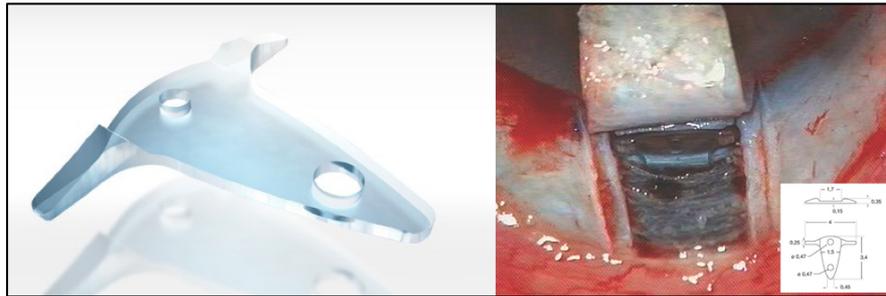
También se ha empleado inyectando pequeñas cantidades en el espacio supracoroideo.



**Figura 15.** Modo de empleo de Healaflow®: inyección de Healaflow® en el lecho escleral y su introducción en el espacio subconjuntival (Cortesía de A. Mermoud).

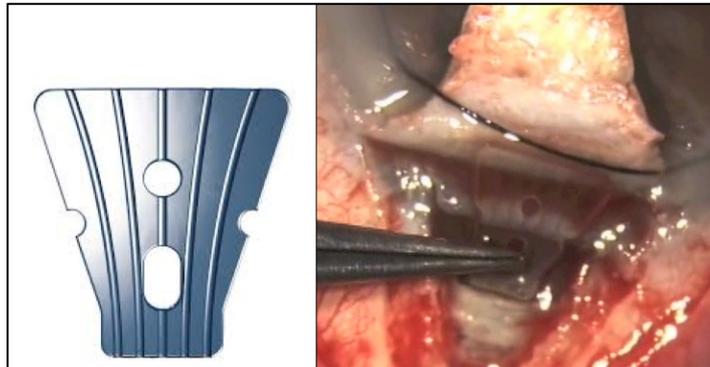
·**T-Flux®** (IOL Tech Laboratoires, La Rochelle, Francia).  
Implante de material acrílico y muy hidrofílico (Poly-Megma).  
Fue el primer implante no reabsorbible . Tiene forma de T, con unas dimensiones de 4 mm en sus brazos anteriores y 3,40 mm de longitud. Presenta dos orificios para suturarlo en el lecho escleral así como para facilitar la goniopunción. El implante puede colocarse en el lecho escleral o el espacio supracoroideo (figura 16).

Los dos extremos de la T pueden colocarse en la entrada del canal de los bordes del tapete profundo tras dilatarlo con viscoelástico.



**Figura 16.** *Implante T-Flux®: diseño del implante e imagen intraoperatoria donde se aprecia su ubicación en el espacio supracoroideo (Cortesía G. Muñoz).*

· **Esnoper V-2000®** (AJL Ophthalmics, Álava, España). Es un implante no reabsorbible de HEMA. Es un polímero no iónico con escasa tendencia a presentar depósitos de proteínas. El modelo inicial fue diseñado por De la Cámara y tenía forma pentagonal. Actualmente se emplea el Esnoper V-2000, trapezoidal y con unos surcos sobre su superficie para facilitar el drenaje del humor acuoso. Sus medidas son de 2,85 x 3 x 1,40 mm. Tiene dos orificios que facilitan la sutura del mismo (figura 17) (80). En los laterales presenta dos escotaduras ideadas para su fijación escleral en los casos en los que el implante se coloque en el espacio supracoroideo.



**Figura 17.** *Implante Esnoper V-2000®: diseño del implante donde se aprecian los surcos y los dos orificios y detalle quirúrgico de su implantación.*

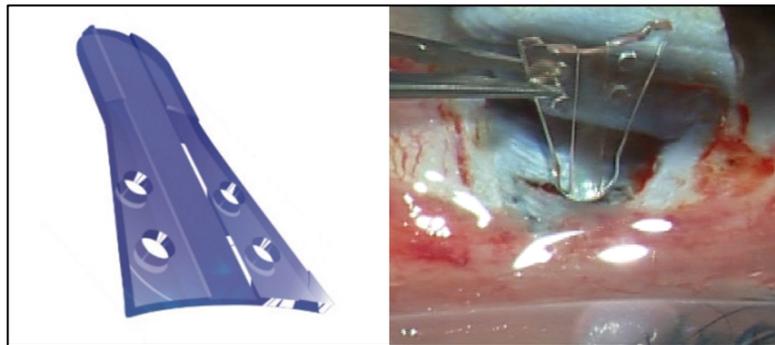
· **Esnoper Clip®** (AJL Ophthalmics, Álava, España). Este es un nuevo implante más flexible diseñado para introducirse, parte del mismo, en el espacio supracoroideo y, el resto del implante, en el lago escleral (81). Tras colocarse la parte más estrecha en el espacio supracoroideo se pliega sobre el lecho escleral profundo de forma que ayuda a mantener el lago escleral. La zona de la bisagra reposa sobre la MTD (figura 18).



**Figura 18.** Esquema del diseño del implante Esnoper Clip® (Cortesía de Dr. Loscos) e imagen quirúrgica del implante colocado con una lengüeta en el espacio supracoroideo y la otra en el futuro lago escleral.

· **Implante Dinop®** (Henan Universe Intraocular Lens CO., Zhengzhou, China). Es un implante de material acrílico hidrofílico. Se caracteriza por poseer un canal central amplio ideado para favorecer el flujo de humor acuoso. Por su diseño es posible implantarlo tanto en el lago escleral como en el espacio supracoroideo (figura 19).

Las principales diferencias con el implante Esnoper V-2000®, es su mayor rigidez, poseer un solo canal más amplio y presentar dos pilares laterales en la parte que apoya sobre la MTD. Esta última característica permite que el implante no tapone la salida de flujo de acuoso.



**Figura 19.** *Implante Dinop®: esquema del implante donde se aprecia el canal central e imagen intraoperatoria del momento de su implantación.*

### **3.4.-Valoración postoperatoria**

Todos los procesos quirúrgicos requieren un examen postoperatorio para valorar el resultado funcional y anatómico, y descartar la presencia de complicaciones.

En el caso de la cirugía del glaucoma, y concretamente en la cirugía no penetrante, las exploraciones postoperatorias incluyen el examen del segmento anterior y posterior, la medida de la presión intraocular y de la agudeza visual. Son pruebas complementarias la OCT y la BMU , que aportan información de la ampolla de filtración y del espacio supracoroideo.

#### **3.4.1.- Presión intraocular**

La medición de la presión intraocular se realiza, si es posible, desde el primer día del postoperatorio, cuidando las medidas de asepsia básicas.

Normalmente existe una hipotonía en el postoperatorio precoz, que posteriormente va desapareciendo hasta llegar a una presión en el rango deseado. Esta hipotonía se considera factor de buen

pronóstico para el buen resultado a largo plazo de la cirugía (82). La permanencia de la MTD intacta es la que limita el flujo libre de humor acuoso evitando complicaciones indeseables.

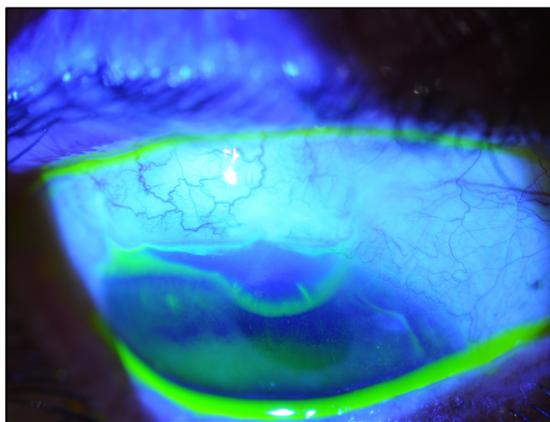
### **3.4.2.- Examen con lámpara de hendidura**

Los hallazgos encontrados en un globo ocular sometido a una cirugía del glaucoma variarán en función de la técnica empleada y del trauma realizado. En cualquier caso deben evaluarse todas las estructuras: integridad y aspecto de la conjuntiva y de la ampolla de filtración, la presencia de fenómeno de Seidel a nivel de la herida conjuntival, el estado de la córnea, la presencia de sangre o fibrina así como la amplitud de la cámara anterior y la regularidad del iris prestando atención a los signos indirectos de incarceration. El estudio del fondo de ojo descarta la presencia de desprendimientos coroideos.

#### *Conjuntiva*

En el postoperatorio inmediato debe valorarse el estado de la conjuntiva. Mediante biomicroscopía se explora la integridad de

la ampolla de filtración y la correcta ubicación de los puntos de sutura es necesaria. Con fluoresceína se evalúa la presencia de Seidel en los bordes de la herida quirúrgica (figura 20).



**Figura 20.** Seidel espontáneo en la exploración realizada a las 24 horas de una cirugía filtrante.

La presencia de ampolla de filtración es un elemento clásico en las cirugías de glaucoma que requieren drenaje por la vía subconjuntival para su supervivencia. Se puede definir como la elevación del tejido conjuntival y subconjuntival que se crea por el acúmulo de humor acuoso que proviene de la cámara anterior.

Desde allí es absorbido por el sistema venoso, por lo que conlleva una reducción de la PIO (83).

Las características de la ampolla de filtración nos aportan información directa e indirecta del funcionamiento de la cirugía, y éste ha sido el objetivo de las clasificaciones que se han desarrollado desde un punto de vista biomicroscópico para el estudio de las trabeculectomías. En la actualidad no disponemos de ninguna clasificación morfológica que esté aceptada universalmente, aunque se han sugerido numerosas opciones (84-87) con el fin de homogeneizar y de establecer, al mismo tiempo, unos criterios pronósticos en cuanto a supervivencia de la ampolla de filtración (88-90).

Una de las clasificaciones más clásicas fue la de Kronfeld (tabla 4) (88), posteriormente modificada por Van Buskirk (89), que tuvo gran aceptación en la segunda mitad del siglo pasado (tabla 4). Algunos trabajos valoran las ampollas distinguiendo entre planas, difusas y elevadas (90).

**Tabla 4.** Clasificación de las ampollas de filtración de Kronfeld.

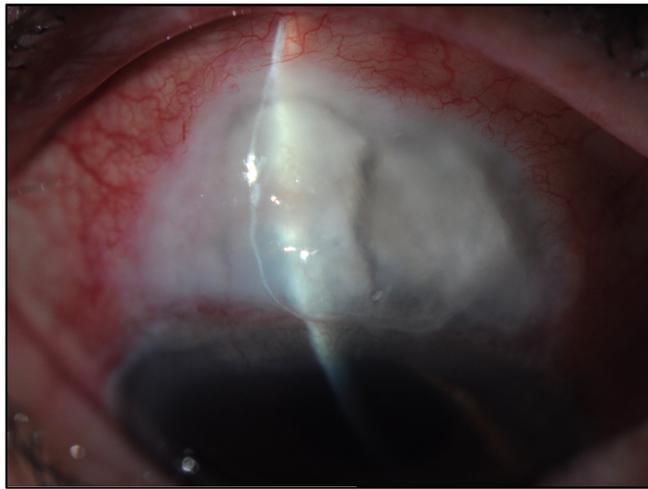
Tipo I	Quística, de pared delgada, buena funcionalidad
Tipo II	Difusa, perilimbar, buena funcionalidad
Tipo III	Aplanada, poco no o funcionante
Tipo IV	Encapsulada

Años más tarde se han ido creando nuevas clasificaciones. Las dos más comúnmente empleados son el “Moorfields Bleb Grading System” (91) y el “Indiana Bleb Appearance Grading Scale” (92). Ambos sistemas han sido comparados y presentan características similares (93).

Los parámetros que valoran casi todas las clasificaciones son más o menos los mismos, y todos ellos deben tenerse en cuenta en el estudio clínico de la ampolla de filtración: altura, extensión, vascularización, espesor de la pared, microquistes en la conjuntiva, movilidad de la conjuntiva y definición de los márgenes.

La ampolla de filtración ideal es una ampolla que no debería

existir. Se trataría de una conjuntiva plana, vascularizada y deslizable. Si esto no es posible, debe ser semejante, es decir, tiene que ser amplia, de poca altura y con una vascularización similar al resto de la conjuntiva. Las variaciones, tanto por exceso como por defecto, pueden derivar en complicaciones: desde ampollas gigantes e hipertróficas hasta fibrosis excesiva, que anula la filtración, o ampollas avasculares, por el empleo de antimetabólicos que pueden originar una endoftalmitis (figura 21).

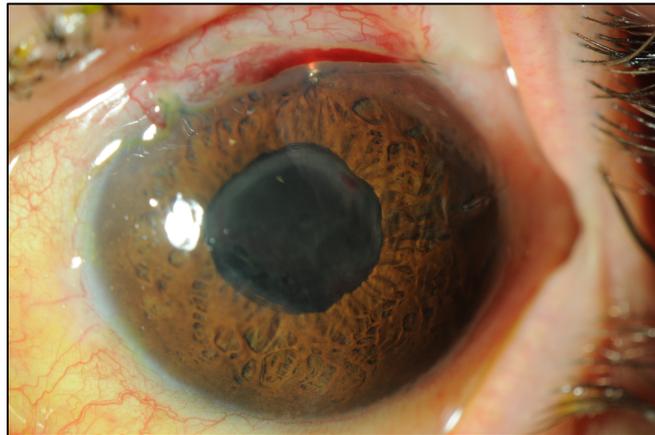


**Figura 21.** Adelgazamiento y blanqueamiento extremo por el empleo de MMC. Es evidente el estado avascular de la conjuntiva que permite visualizar por transparencia el tapete escleral superficial empleado en esta cirugía de glaucoma.

*Segmento anterior*

El estado de la córnea no suele afectarse por la cirugía del glaucoma a no ser que ocurra alguna complicación, o bien se trate de una cirugía combinada en cuyo caso la presencia de edema corneal puede estar presente.

La amplitud de la cámara anterior debe ser valorada especialmente en el postoperatorio precoz. La presencia de una atalamia (figura 22) requiere un estudio y monitorización para su pronta resolución.



**Figura 22.** *Atalamia postoperatoria con formación de una membrana pupilar en el postoperatorio precoz de un implante Ex-PRESS®.*

La observación de sangre o fibrina en la cámara anterior puede ocurrir en los primeros días postoperatorios, pero es menos frecuente en la cirugía no perforante que en otras cirugías filtrantes.

La gonioscopia es una exploración imprescindible en el estudio del glaucoma. Tiene un papel importante en el seguimiento de las cirugías. En el caso de una cirugía con éxito en lo referente a valores de la presión intraocular, su realización puede encontrar sinequias u obstrucciones parciales en la zona de drenaje que pueden resolverse fácilmente e impedir posteriores fracasos. En caso de elevación de la PIO es obligatoria su realización antes de aventurarse a realizar cualquier maniobra como un masaje ocular o un *needling*, ya que si se trata de una incarceration iridiana o de otro tipo, podemos provocar un empeoramiento irreversible y condenar la cirugía al fracaso absoluto.

#### *Fondo de ojo*

Las alteraciones en el fondo de ojo suelen ser derivadas de la hipotonía postoperatoria, ya sea por la presencia de un

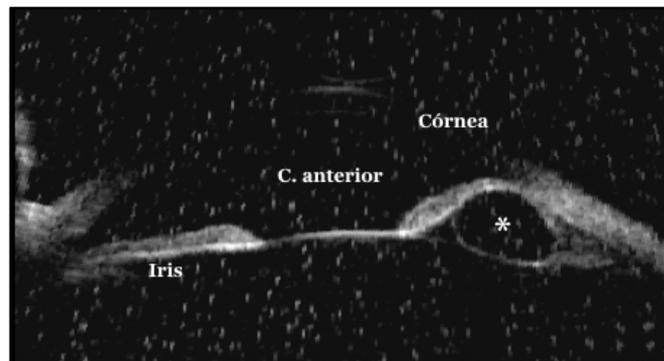
desprendimiento coroideo o por el síndrome del ojo hipotónico. Para la valoración de algunas complicaciones como la maculopatía hipotónica es útil el empleo de la OCT de segmento posterior.

### **3.5.- Técnicas de imagen: BMU y OCT-SA**

El empleo de la BMU y de la OCT-SA en la cirugía del glaucoma permite analizar y valorar las zonas más internas de la ampolla de filtración, la esclera y el espacio supracoroideo (79, 94, 95). Esta exploración tiene especial interés para conocer el sustrato anatómico que determina el correcto funcionamiento de la cirugía realizada, así como para analizar las causas de fracaso. Además verifican la colocación de los implantes y el drenaje supracoroideo (96-99). Vamos a profundizar en ellos puesto que su uso será parte importante de este trabajo.

### 3.5.1.- BMU

La BMU se emplea en oftalmología desde los años 90 que fue introducida por Pavlin. Emplea ultrasonidos de alta frecuencia (50-100 MHz) que permiten apreciar detalles de la cámara anterior con una penetrancia mayor que la OCT, siendo posible visualizar estructuras retroiridianas, como el cuerpo ciliar. Entre otras utilidades en Oftalmología está la valoración de las estructuras del segmento anterior en caso de opacidad de medios, el estudio de lesiones y tumoraciones iridianas o del cuerpo ciliar, así como para calcular los tamaños de lentes fáquicas.



*Figura 23.* Imagen de BMU del segmento anterior. Se aprecia un quiste retroiridiano (\*).

En la cirugía del glaucoma tiene especial interés, pues aporta información tanto de la ampolla de filtración como del espacio supracoroideo (100-103). Sin embargo presenta algunas desventajas como el ofrecer imágenes de menos resolución y la de precisar contacto directo con la superficie ocular (98).

### **3.5.2.- OCT-SA**

#### *Evolución histórica de la OCT*

La OCT es una técnica de imagen no invasiva e interferométrica que permite obtener en tiempo real imágenes de las diferentes estructuras oculares con una resolución axial y lateral de escala micrométrica (104, 105).

Actualmente su uso se encuentra extendido en oftalmología especialmente para patologías retinianas y del nervio óptico. En los últimos años se han desarrollado y perfeccionado sistemas ópticos que permiten el examen del segmento anterior con las OCT diseñadas inicialmente para el examen macular. Así mismo,

han aparecido OCT exclusivamente diseñadas para el estudio del segmento anterior (95, 106, 107).

La primera referencia que se tiene de la OCT tuvo lugar en el año 1989, gracias a David Huang y James G Fujimoto que realizaron la primera OCT en vivo (108). Sin embargo hasta 1996 no se comercializó la primera OCT, denominada OCT1® (Carl Zeiss Meditec Inc., Dublin, CA) , y en el año 2002 apareció la OCT3® más conocida como Stratus OCT®, con la que se popularizó el empleo de este método diagnóstico (105) especialmente para el estudio de la patología macular.

Los avances tecnológicos iban permitiendo una disminución del tiempo de adquisición de las capturas y una mejora de la calidad de imágenes del polo posterior, a la vez que se desarrollaba la tecnología que permitió la aparición de OCT-SA.

Aunque la primera referencia de una OCT-SA data del año 1994 (109), no se le da importancia hasta que Lubech (110) por un lado y Maldonado (111) por otro publican, en 1997 y 2000, dos

artículos sobre lesiones corneales tras queratoplastias y LASIK miópico respectivamente.

Los primeros modelos de OCT utilizaban la denominada tecnología de Dominio Temporal (TD-OCT) (112), cuyo principal inconveniente es el elevado tiempo que precisa para obtener las imágenes, lo cual repercute en la calidad de las imágenes, sobre todo en caso de movimientos involuntarios del paciente.

En el año 2001 aparece el dominio espectral o dominio Fourier (SD-OCT), y en el año 2006 se comercializó el OCT HD-Cirrus® (Carl Zeiss Meditec Inc., Dublin, CA, EEUU) dotada con tecnología de dominio espectral con considerables mejoras con respecto a las TD-OCT. Esta tecnología se implantó sustituyendo a la de dominio temporal.

Continuamente están apareciendo mejoras tanto en la obtención de imágenes como de software (113). Se desarrollan nuevas tecnologías como las OCT Ultra-High Resolution, o las OCT

Swept-Source que mejora las imágenes obtenidas en profundidad y permite una mejor visualización de la coroides.

La aparición de la OCT Angiografía, que facilita estudiar la dinámica vascular, así como la OCT intraoperatoria para ayudar a determinadas cirugías, indican que esta tecnología va a ir aumentando aún más sus indicaciones en oftalmología (114-117).

#### *Tecnología de la OCT*

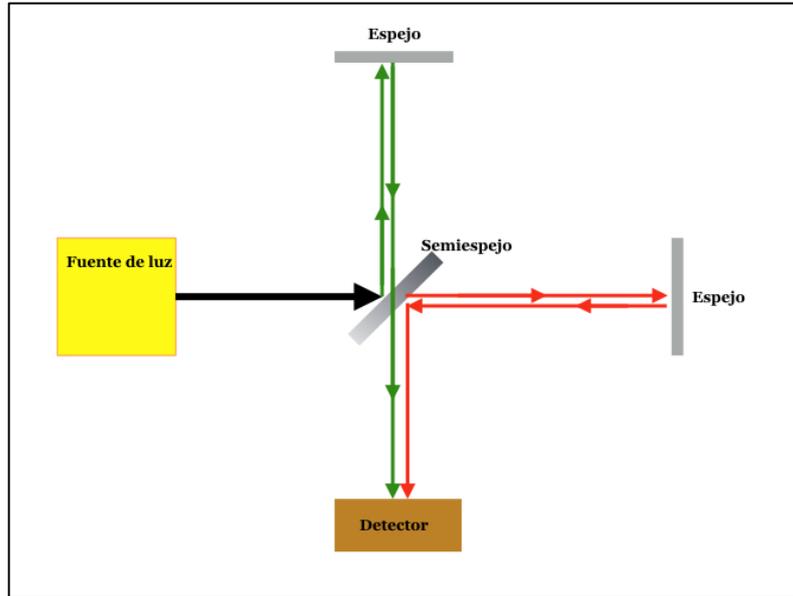
El modo de actuar de la tomografía de coherencia óptica es equiparable al de la ecografía, y consiste en la evaluación de la intensidad y la latencia que sufre una onda de longitud conocida al reflejarse sobre un tejido, sustituyendo los ultrasonidos que se emplean en la ecografía por un haz de luz. A diferencia de la ecografía la OCT no requiere contacto directo con el tejido a estudiar (108).

La OCT se basa en el principio de interferometría de baja coherencia, que se emplea para medir distancias con alta precisión midiendo la luz que es reflejada desde los tejidos. El

interferómetro de Michelson (figura 24) está compuesto por un emisor de luz monocromática y coherente, que es un láser diodo que emite un haz de luz de baja coherencia con una longitud cercana al infrarrojo de 820 a 840 nm. Este haz de luz es enviado a un espejo divisor de haces que lo refleja parcialmente y lo divide en dos haces de luz con idéntica longitud de onda. Una parte del haz lumínico, el denominado haz de referencia, es enviado a un espejo situado a una distancia conocida y la otra, el haz de exploración, al tejido a estudiar. Este último haz será reflejado con diferente retraso en función de la distancia a la que se encuentre el tejido, su grosor y la diferente reflectividad del mismo. Estos dos haces son captados por un detector fotosensible que los transforma para que un ordenador puede interpretarlas.

Existen diferentes marcas comerciales de OCT, tanto para segmento posterior como anterior. Cada una de ellas tiene una forma concreta de procesamiento y presentación de las imágenes, realizando comparaciones con bases de datos y algoritmos de diagnóstico particulares. También, en función de la imagen

mostrada, establecen unas escalas de colores o en grises que traducen la mayor o menor reflectividad de los tejidos.



**Figura 24.** Interferómetro de Michelson. La fuente de luz emite un haz que se divide al llegar a un semiespejo. Cada uno de los rayos va a un espejo diferente y finalmente alcanza al detector.

### *OCT y glaucoma*

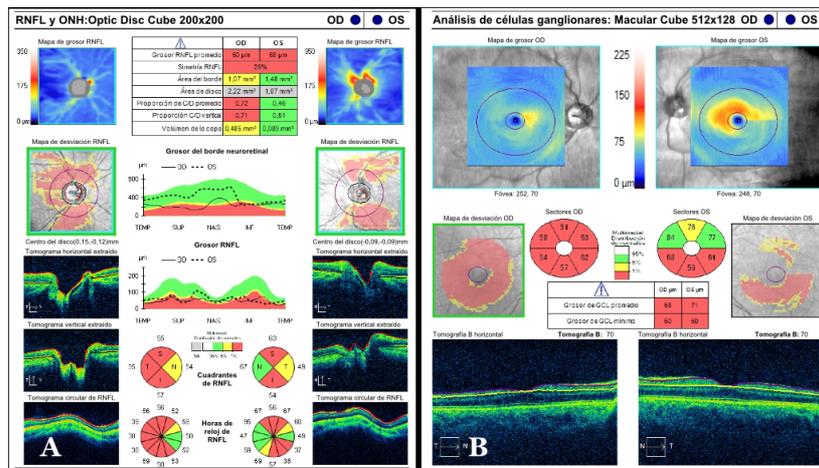
El glaucoma requiere el estudio tanto del segmento anterior como del posterior, ya que el daño se produce en la capa de fibras nerviosas y en el nervio óptico pero, como ya sabemos, la

patología glaucomatosa se origina casi siempre en el segmento anterior. Además los procedimientos quirúrgicos se realizan en la zona del limbo esclero-corneal y ángulo camerular, zonas que son examinadas mediante la OCT-SA.

Los espesores de la CFNR han demostrado una gran utilidad para detectar el daño glaucomatoso, incluso antes de poder ser objetivados oftalmoscópicamente (118-119). La OCT realiza mediciones con un anillo de 3,4 mm centrado en la papila óptica, generando sectores y cuadrantes que facilitan la interpretación clínica ya que se codifican según su valor comparado con una base de normalidad ajustada por edad (figura 25A). El análisis de distintas exploraciones permite realizar estudios evolutivos comparando los parámetros más susceptibles de daño, como el espesor medio o los cuadrantes superior e inferior (120).

El análisis morfológico de la papila estudia el anillo neuroretiniano, la excavación y los límites del epitelio pigmentario. El anillo neuroretiniano sufre una disminución progresiva según avanza la enfermedad glaucomatosa por lo que

su medición seriada proporciona información muy válida, así como la relación excavación/disco tanto vertical como en el promedio (figura 25A). También aporta información sobre el tamaño de la papila óptica, parámetro importante para la correcta interpretación del examen tanto de OCT como oftalmoscópico.



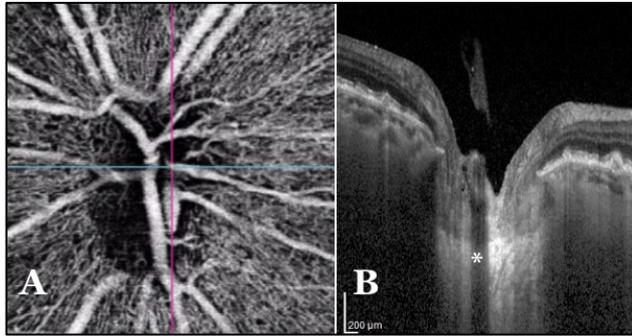
**Figura 25.** OCT para estudio de CFNR, papila y células ganglionares. A: presentación de los resultados de la OCT de CFNR y papila óptica donde se compara con una base de datos, codificando en colores. B: presentación del estudio de las células ganglionares de la mácula tras segmentación de las capas retinianas.

El espesor de la capa de células ganglionares de la mácula es posible gracias a la segmentación que realiza la tecnología de alta resolución que aportan las OCT actuales. Este espesor ha demostrado ser una herramienta adicional para detectar cambios incipientes por el glaucoma (121) (figura 25B).

Igualmente el estudio de la lámina cribosa esta siendo objeto de numerosos trabajos ya que se ha demostrado variaciones en su posición y en su morfología en los diferentes tipos de glaucoma (122, 123). La capacidad de analizar y estudiar las características de la lámina cribosa es posible gracias a la mayor penetración que se obtiene con tecnologías como la Swept-Source (figura 26A).

La OCT-Angiografía es capaz de valorar la vascularización de la retina sin necesidad de contraste. Esto es también aplicable al glaucoma debido a las variaciones vasculares que ocurre en la papila óptica (figura 26B). Tiene especial interés en algunos tipos de glaucomas como el glaucoma normotensional. Para realizar este análisis se realizan múltiples cortes donde se identifican las

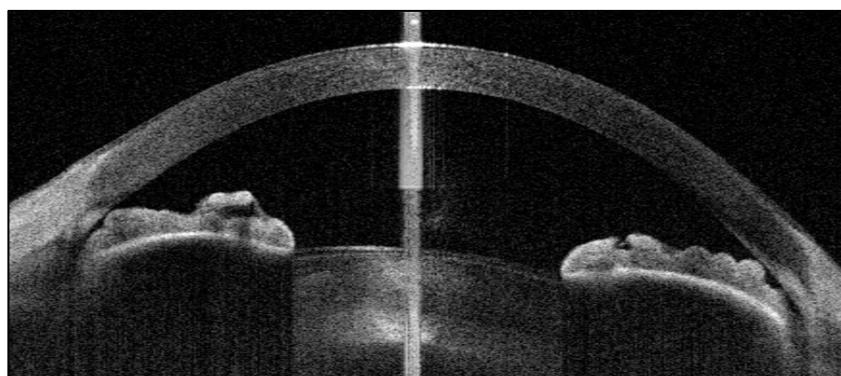
estructuras vasculares para posteriormente procesarlas y mostrarlas en función de la profundidad que queramos estudiar.



**Figura 26.** OCT-Angiografía y OCT de la lámina cribosa. A: la OCT-Angiografía permite el estudio de la microcirculación sin necesidad de inyectar contraste intravenoso. B: OCT de la lámina cribosa (\*) en la que se diferencian los límites de la misma, así como el tejido prelaminar.

El papel de la OCT en el segmento anterior también ha ido aumentando a lo largo del tiempo. Aporta información muy útil en cuanto a la valoración del ángulo camerular, glaucomas secundarios y a los procesos quirúrgicos, ya que es capaz de caracterizar anatómicamente las estructuras que constituyen la ampolla de filtración (124, 125).

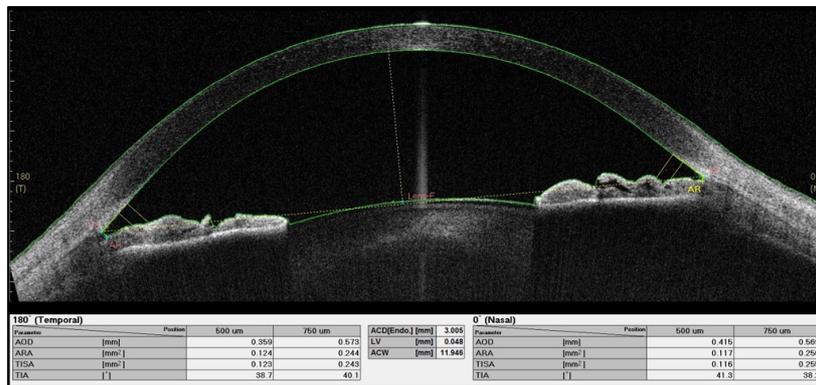
Para la valoración del ángulo camerular, la OCT-SA es el complemento perfecto a la gonioscopia, ya que muestra claramente la disposición iridiana, los grados exactos de apertura y la configuración del iris: cóncavo, plano o convexo (126). Con estos datos, en el contexto de una adecuada exploración, se facilita la toma de decisiones para indicar, por ejemplo, una iridotomía periférica (figura 27).



*Figura 27. Imagen sin editar del segmento anterior obtenida mediante OCT-SA. Permite valorar la configuración iridiana y la apreciación cualitativa del ángulo camerular. Un análisis posterior mediante el software calcula de manera cuantitativa todos los datos biométricos del segmento anterior.*

Existen además una gran variedad de datos que proporciona el análisis de la zona angular, aunque todavía debe valorarse la

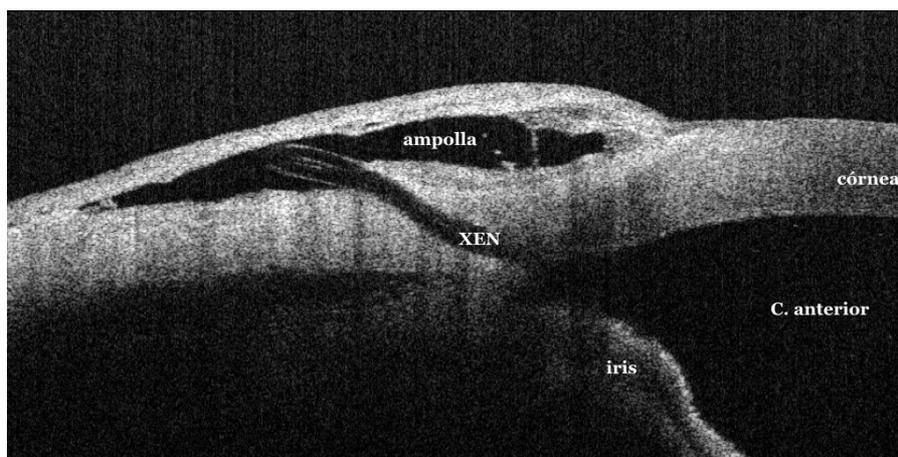
verdadera relevancia clínica de muchos de ellos: la distancia de apertura angular (AOD) calculada a 500 y a 750 micras del espolón escleral, el área del receso angular (ARA), el espacio iridotrabecular (TISA) medido también a 500 y 750 micras, el espesor del estroma iridiano a 750 y 2000 micras de distancia del espolón, el volumen de la cámara anterior, etc (127) (figura 28).



**Figura 28.** Estudio biométrico de la cámara anterior. Aporta los valores angulares y las medidas de la cámara anterior del ojo, previa identificación automática de la córnea e iris.

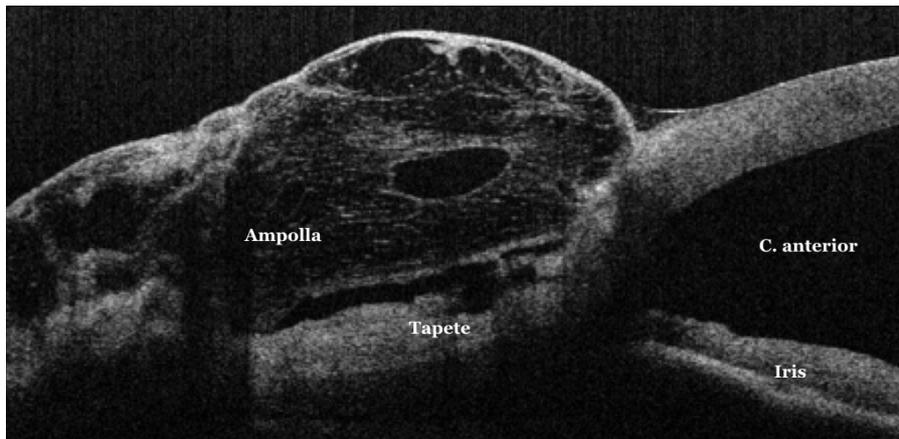
En algunos casos de glaucoma secundario, como el pigmentario, la OCT-SA pone en evidencia la configuración cóncava del iris y su corrección tras realizar una iridotomía periférica.

La OCT-SA es capaz de valorar las características anatómicas de las ampollas de filtración en las cirugías filtrantes. Visualiza y diferencia el drenaje subconjuntival, escleral y supracoroideo (128, 129). También es útil a la hora de estudiar los dispositivos de drenaje, especialmente los tubos y su relación con las estructuras vecinas. En la cirugía mínimamente invasiva, por ejemplo en el dispositivo XEN®, valora el trayecto intraescleral y la formación de la ampolla de filtración (figura 29). La calidad de las imágenes permite diferenciar los diferentes tipos de ampolla de filtración y posibles complicaciones.



*Figura 29. Implante XEN. La OCT-SA muestra el trayecto del dispositivo y el tipo de ampolla subconjuntival que se forma.*

En las trabeculectomías se ha empleado para analizar las ampollas de filtración, ya que nos aporta datos sobre su funcionalidad. Así, Ciancaglini y cols. en 2008 diferencian entre las ampollas con paredes de baja reflectividad, que son funcionantes, y las que tienen paredes de alta reflectividad por un tejido denso que indica reacción cicatricial elevada. Clasifica las ampollas post-trabeculectomía en multilobular, encapsulada, con fibrosis interna, planas y difusas (94, 128) (figura 30).

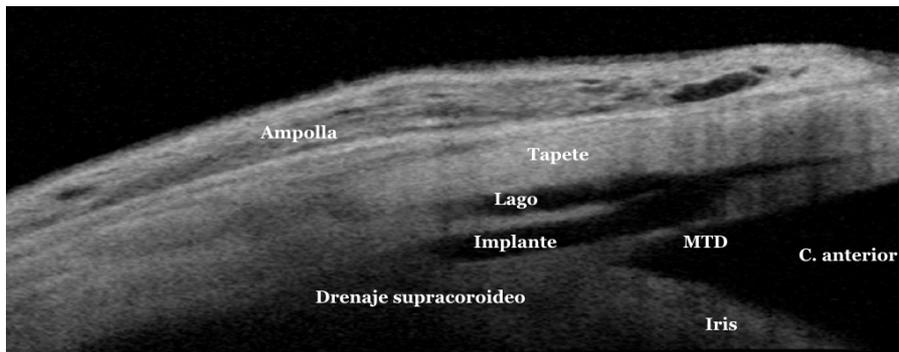


**Figura 30.** Ampolla multilobular estudiada mediante OCT-SA. Se aprecia la altura de la ampolla y los espacios lobulillares.

En la EPNP obtenemos valiosa información sobre el lago escleral, la filtración subconjuntival, la MTD, el implante escleral y el flujo supracoroideo (70) (Figura 31).

El lago escleral es fácilmente visible al tratarse de un espacio hiporreflectivo adyacente a la MTD. En su interior puede localizarse el implante escleral, que puede estar totalmente en este lago o bien haber sido introducido en el espacio supracoroideo.

La MTD se dibuja como una línea que separa el lago escleral de la cámara anterior del ojo. El drenaje subconjuntival tiene múltiples variantes en función de las características de la ampolla.



**Figura 31.** OCT-SA del postoperatorio de EPNP con espolonectomía e implante supraciliar. Se diferencian los distintos espacios de drenaje, así como la MTD.

El drenaje supracoroideo se aprecia como una zona hiporreflectiva profunda posterior o inferior al implante escleral. En ocasiones es difícil valorarlo, especialmente cuando existen estructuras hiperreflectivas por encima. No obstante con un examen cuidadoso se puede llegar a diferenciar en la mayoría de los casos (73).

### **3.5.3.- Comparación entre BMU y OCT-SA**

Ambas técnicas aportan información sobre la zona quirúrgica y, aunque algunas de las características son similares, existen evidentes diferencias (79).

La preparación y realización de una técnica y otra es la primera gran diferencia. Para realizar una BMU se precisa colocar al paciente en decúbito supino en una camilla, instilar anestésico, colocar una copa de plástico que sujeta los párpados y se llena de suero para poder introducir la sonda en ella. El suero está en contacto con la superficie ocular y entre los inconvenientes destaca la extravasación del suero mojando la cara del paciente. El

riesgo de tocar con la sonda la ampolla de filtración o de una posible contaminación, en caso de ampollas más adelgazadas también debe tenerse en cuenta.

Por el contrario, para la realización de la OCT-SA el paciente, sentado, apoya la barbilla en la mentonera del aparato de forma similar al resto de exploraciones oftalmológicas. Se le indica que dirija la mirada hacia abajo, mientras el técnico le levanta el párpado superior para realizar un escáner de la zona limbar superior donde se suele realizar la cirugía. La exploración es de corta duración y fácil la forma de proceder. En pocos segundos la exploración está realizada.

La BMU, al emplear ultrasonidos, tiene una mayor penetración, llegando a todo el cuerpo ciliar y más allá del epitelio pigmentario del iris. La OCT pierde señal a medida que penetramos en el interior del globo ocular y la visualización de las capas más internas se ve comprometida.

La resolución de imagen es de unas 10 micras con la OCT y de 25 con la BMU, por lo que la calidad de imagen y la capacidad de

discriminar es muy superior en la OCT. Tras un tratamiento con el software, algunos dispositivos consiguen aumentar la resolución hasta llegar a las 4 micras, similares a cortes histológicos.

**Tabla 5.** Comparación de las características entre BMU y OCT-SA.

	<b>BMU</b>	<b>OCT-SA</b>
Rapidez	+	+++
Penetración	+++	++
Opacidad medios	+++	+
Resolución	++	+++
Contacto	SI	NO
Comodidad	+	+++

### 3.6.- Complicaciones quirúrgicas

La cirugía del glaucoma se ha asociado tradicionalmente a las complicaciones derivadas de la hipotonía, de la inflamación postoperatoria y de la cicatrización, lo cual podía llevar a una pérdida de visión. Al igual que ocurre con los resultados

tonométricos, las complicaciones de las nuevas técnicas quirúrgicas para el glaucoma tienen como referencia las producidas por la trabeculectomía (130), y con ella comparan tanto la severidad como la frecuencia de las mismas.

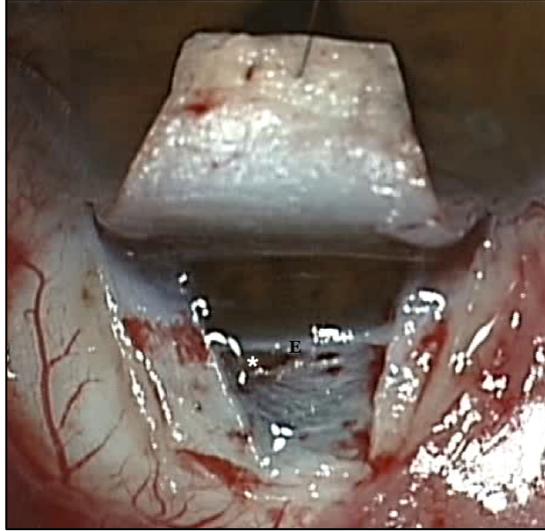
Nos centramos y describimos las complicaciones más propias de la EPNP, ya que van a ser objeto de nuestro estudio. Pueden ser intraoperatorias, en el postoperatorio precoz o en el postoperatorio tardío (131).

### **3.6.1. Complicaciones intraoperatorias**

Todas las técnicas quirúrgicas están expuestas a complicaciones intraoperatorias. En el caso de la EPNP es característica una curva de aprendizaje más larga que otros procedimientos. En esta curva de aprendizaje son más numerosas las complicaciones, pero también se dan en cirujanos más experimentados. Algunas de estas complicaciones son:

- Hernia ciliocoroidea: durante el tallado del tapete profundo puede profundizarse demasiado y asomar el cuerpo ciliar. Debe retomarse el plano adecuado para dejar un fino lecho escleral.

También es posible producir una herniación coroidea perpendicular al limbo al marcar los límites del tapete. Habitualmente no impide la realización de la cirugía (figura 32).

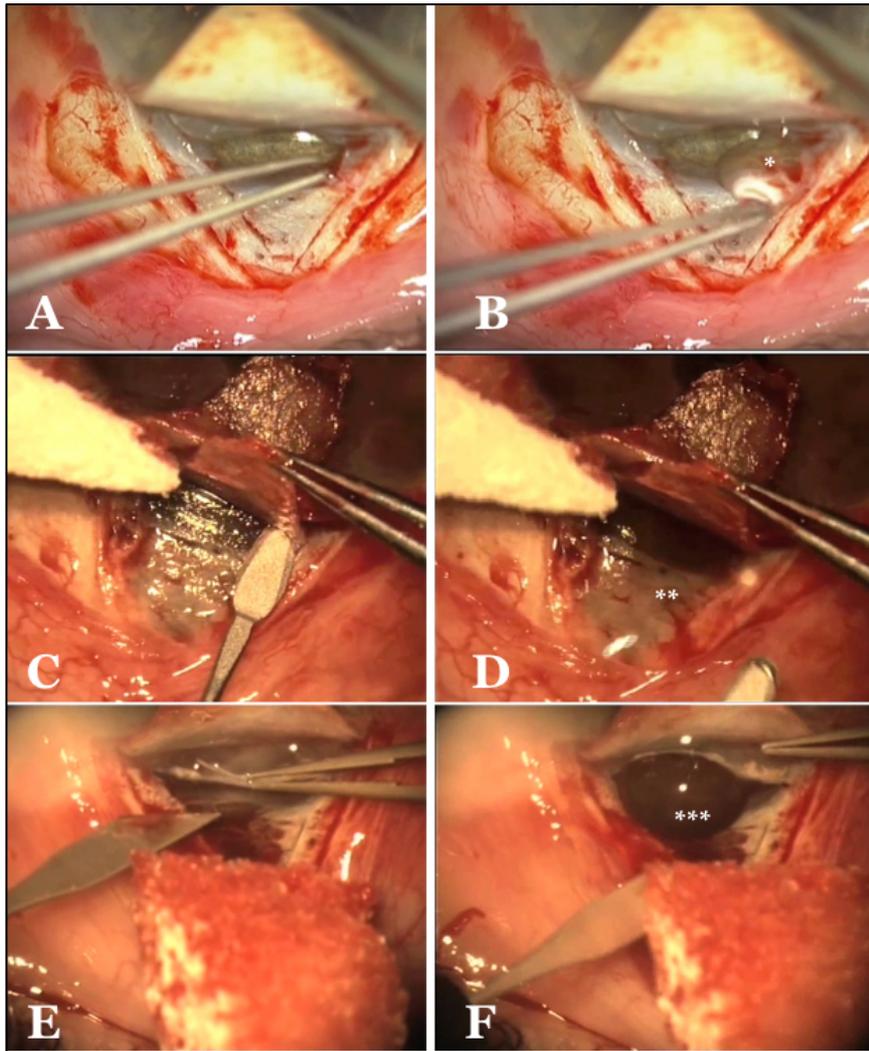


**Figura 32.** *Hernia ciliar (\*) producida antes de llegar al espolón escleral (E). La cirugía continuó pudiéndose crear una amplia MTD.*

- Microperforación: consiste en la rotura de la MTD en un punto, sin herniación de iris. Al producirse se aprecia una salida brusca de humor acuoso o de viscoelástico en caso de cirugía combinada (figura 33 A-D). Las microperforaciones suelen

producirse durante la creación de la MTD o durante la disección del canal. Se debe continuar la cirugía con precaución y valorar la filtración al final de la cirugía para evitar hipotonías excesivas en el postoperatorio precoz.

- Macroperforación: es la rotura accidental de la MTD con salida de iris a través de ella. Al producirse debe reponerse el iris y valorar seguir con la cirugía como si se tratase de una microperforación o, si no es posible, reconvertir a una trabeculectomía (figura 33 E y F). Al igual que ocurre con las microperforaciones, suceden más frecuentemente durante la creación de la MTD y la disección del canal, aunque las macroperforaciones también son típicas cuando se corta el tapete profundo, pues coincide con una mayor tensión en la zona quirúrgica.



**Figura 33.** Secuencia de tres complicaciones intraoperatorias. A y B: se aprecia una microperforación con salida de viscoelástico (\*) pues trata de una cirugía combinada. C y D: microperforación con salida de humor acuoso (\*\*). E y F: macroperforación con herniación de iris (\*\*\*)

### 3.6.2. Complicaciones postoperatorias precoces

- Hipertensión ocular en el postoperatorio inmediato. Puede deberse a una serie de circunstancias:

- MTD no permeable. Suele ocurrir por una disección insuficiente.
- Sinequia iridiana en la MTD. Precisa de un estudio gonioscópico y su tratamiento inmediato que suele ser resolutivo.
- Hemorragia en el lago escleral
- Restos de material viscoelástico en cámara anterior, que pueden quedar si se ha realizado cirugía combinada.

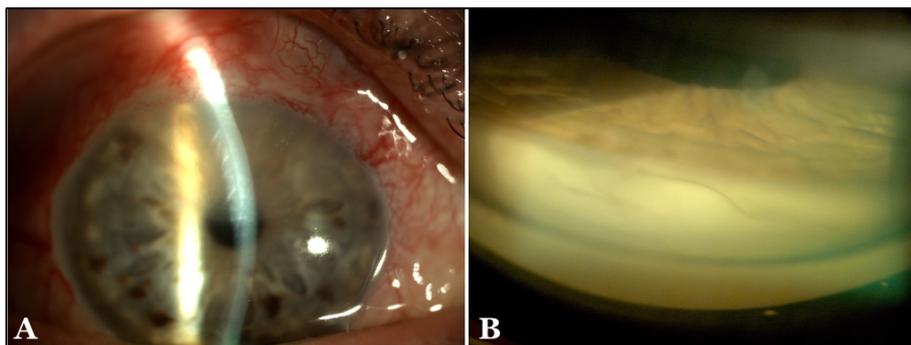
- Inflamación. En la EPNP la reacción inflamatoria es mínima y menor que en la trabeculectomía. Estudios realizados mediante fluorimetría con una evolución de 3 meses así lo demuestran (132).

- Hipotonía. En la mayoría de los estudios de EPNP la tensión intraocular a las 24 horas suele estar en torno a 5 mmHg,

teniendo este valor relevancia en el pronóstico de la cirugía (82, 65). La cámara anterior se mantiene amplia y la posibilidad de hipotonía mantenida es baja (133). Sin embargo se han descrito de manera poco frecuente las complicaciones asociadas a la hipotonía: maculopatía hipotónica (134), desprendimiento coroidal (135, 136), edema macular transitorio (137) y atalamia.

- Fibrosis de la ampolla y ampollas encapsuladas de forma precoz. Se deben a la fibrosis del tejido conjuntival y epiescleral. Ante su sospecha se actuará en función del momento de aparición y de las características clínicas. Es posible aumentar el tratamiento corticoideo, realizar una goniopuntura con laser Nd-YAG para aumentar el flujo o realizar un *needling*.

- Desprendimiento de la membrana de Descemet (figura 34). Es una complicación típica de esta cirugía pero muy infrecuente (inferior al 0,5%) (138). Su aparición suele darse en pacientes que muestran un quiste de tenon asociado, pues el incremento de la presión en ese espacio se traslada a la membrana de Descemet disecándola.



**Figura 34.** Desprendimiento de la membrana de Descemet. A: destaca en la imagen de biomicroscopía un edema corneal semicircular. B: gonioscopia de la membrana de Descemet desprendida, que se aprecia como “ondulante”.

- Hiphema. La presencia de sangre en cámara anterior es poco frecuente y se resuelve con medidas conservadoras. Suele deberse a la hipotonía inicial.

- Fenómeno de Seidel. Es una complicación ligada a la técnica quirúrgica. Aun así, en la EPNP ha sido descrita en menos casos comparado con al trabeculectomía.

- Endoftalmitis. La infección intraocular esta dificultada por la MTD. La frecuencia en las series más extensas es de 1/2000 (133).

- Migración del implante. Se han publicado algunos casos en la literatura originados por maniobras postoperatorias o accidentes

(139, 140). Puede ser precoz o tardío.

- Desprendimiento de retina exudativo. Se ha descrito secundario a una cirugía en un paciente afecto de Síndrome de Sturge Weber (141).

- Glaucoma maligno. En una cirugía sin complicaciones es altamente infrecuente la presencia de esta complicación (142).

### **3.6.3.- Complicaciones postoperatorias tardías**

Las complicaciones tardías vienen derivadas principalmente de la ampolla de filtración y por la goniopuntura.

#### *Derivadas de la ampolla*

- Fibrosis y encapsulamiento: son consecuencia de los fenómenos cicatriciales a largo plazo, siendo una de las principales causas de fracaso de la cirugía.

- Ampolla gigante: debida habitualmente a un exceso de filtración. Puede requerir tratamiento conservador o quirúrgico en caso de molestias o hipotonía persistente.

- Ampollas isquémicas y adelgazadas por el empleo de MMC intraoperatoria (figura 21).

- Blebitis y endoftalmitis: puede deberse a adelgazamientos extremos de la ampolla de filtración, relacionados con la MMC. La presencia de una infección en ampolla de filtración requiere un tratamiento enérgico para prevenir la endoftalmitis tardía.

*Impermeabilidad de la MTD.*

Suele ser debida a la fibrosis cicatricial de la MTD o al “taponamiento” o pérdida de la percolación de la MTD por los detritus del humor acuoso. El tratamiento de esta pérdida de filtración es la goniopunción o goniopuntura con láser Nd-YAG.

*Derivadas de la goniopuntura*

- Enclavamiento del iris. La posibilidad de esta complicación es menor cuanto más tiempo ha pasado desde la cirugía.

- Sangrados. Pueden ocurrir también espontáneamente

cuando existen vasos en los límites de la zona quirúrgica, visibles mediante gonioscopia.

- Hipotonía. Puede ocurrir especialmente cuando se ha realizado la goniopunción precoz, con la posible presencia de desprendimiento coroideo.

*Síndrome del ojo hipotónico.*

La persistencia de una presión intraocular por debajo de 6 mmHg puede dar lugar a una serie de modificaciones oculares conocidas como “síndrome del ojo hipotónico”, entre las que se incluyen los pliegues retinianos y coroideos en mácula, la formación de catarata y edema corneal (143).

La causa suele ser un exceso de filtración, ya sea subconjuntival o supracoroidea, o una parada en la secreción de humor acuoso desde el cuerpo ciliar.

#### **4.- Hipótesis y objetivos**

Este trabajo parte los resultados obtenidos en una tesis doctoral previa sobre EPNP con espolonectomía (43) en la que quedó demostrada la eficacia de la técnica en cuanto a la disminución de la PIO y sus escasas complicaciones, que son similares a la EPNP.

Siguiendo esta línea de investigación queda por estudiar el mecanismo fisiopatológico de drenaje del humor acuoso, pues con esta técnica se pretende que la vía úveo-escleral tenga mayor relevancia frente al drenaje conjuntival.

Por otro lado, en la actualidad la OCT-SA proporciona información detallada sobre los cambios anatómicos que provoca la cirugía realizada, especialmente en lo referente al lugar concreto de la cirugía y al espacio supracoroideo (125, 73).

Dado que seguimos empleando esta técnica por lo demostrado de su eficacia para disminuir la presión intraocular, sin añadir un mayor número de complicaciones, nos proponemos en este

estudio de investigación clínica la siguiente hipótesis de trabajo:  
"la espolonectomía emplea el drenaje supracoroideo como principal vía para la eliminación del humor acuoso, de tal forma que las ampollas de filtración subconjuntival son de menor tamaño o inexistentes".

Al titular este trabajo "Cirugía no penetrante del glaucoma con espolonectomía: valoración anatómica y funcional" nos hemos propuesto estudiar los siguientes objetivos concretos:

- 1.- Determinar la presencia de drenaje por la vía supracoroidea en la cirugía de la EPNP con espolonectomía y su relevancia clínica.
- 2.- Estudiar la existencia de otros tipos de drenaje: escleral y subconjuntival.
- 3.- Identificar el espolón escleral como estructura extirpada en la cirugía mediante gonioscopia.

4.- Valorar la respuesta funcional de la técnica en cuanto a su efecto hipotensor.

5.- Analizar las complicaciones derivadas de este procedimiento quirúrgico.

Gracias a los objetivos primeros, que pondrán de manifiesto los cambios anatómicos tras la cirugía, se podrá profundizar en los mecanismos de acción que expliquen el resultado funcional.



## II.- METODOLOGÍA



### **1.- Características de la muestra**

La muestra la componen 51 ojos de 28 pacientes operados de glaucoma mediante EPNP y espilonectomía con implante supraciliar entre enero de 2010 y diciembre de 2013, con un seguimiento de 24 meses.

Todos los pacientes han sido operados en la Clínica Oftalmológica Vila – Innova Ocular por el mismo cirujano, autor de este trabajo.

## **2.- Criterios de inclusión y exclusión**

### **2.1.-Criterios de inclusión**

Se incluyeron en el estudio los pacientes que cumplían los siguientes criterios:

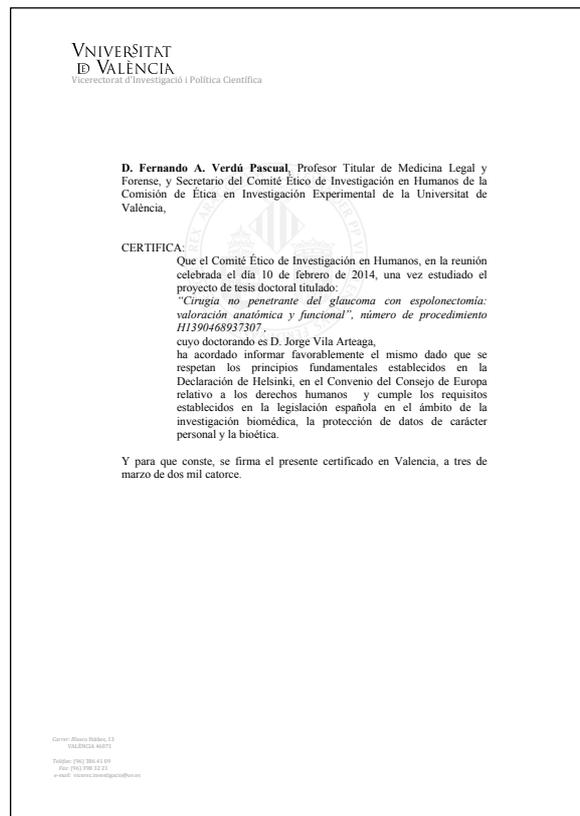
- 1.- Edad mayor de 18 años.
- 2.- Firmar el consentimiento informado.
- 3.- Estar diagnosticado de glaucoma primario o secundario que requiera tratamiento quirúrgico, ya sea por progresión de la enfermedad o por intolerancia a los fármacos.
- 4.- Haber sido intervenidos quirúrgicamente mediante EPNP con espolonectomía, asociada o no a cirugía de catarata.
- 5.- Acudir a las revisiones posteriores en las que se realizaron las exploraciones oftalmológicas previstas.

### **2.2.- Criterios de exclusión**

- 1.- Aquellos pacientes con cirugías de glaucoma previa en el mismo ojo, incluida trabeculoplastia en los 6 meses anteriores.
- 2.- Pacientes que durante el acto quirúrgico no se logró realizar la espionectomía, o bien presentaron una macroporación y posterior reconversión a trabeculectomía.
- 3.- Pacientes que no acudieron a todas las revisiones del protocolo del estudio.

### 3.- Aspecto éticos

Todos los pacientes incluidos en el estudio firmaron el Consentimiento Informado para la cirugía del Glaucoma elaborado por la Clínica Vila - Innova Ocular. Este estudio tiene la aprobación del Comité Ético de la Universidad de Valencia.



#### **4.- Exploraciones realizadas**

##### **4.1.- Estudio preoperatorio**

Los pacientes eran estudiados antes de la intervención realizándose una exploración oftalmológica completa, que incluía:

- MAVC con optotipo de Snellen.
- Biomicroscopía del segmento anterior.
- PIO medida con tonometría de Goldman.
- Gonioscopia.
- Paquimetría.
- Examen de papila y de fondo de ojo.
- Campimetría computerizada.
- OCT de papila y CFNR.

#### **4.2.- Criterios de indicación quirúrgica**

Con la exploración realizada se define el tipo de glaucoma de cada paciente, la progresión y la severidad del mismo. Valorando estos factores, de manera individualizada, se realiza la indicación quirúrgica más adecuada.

En general puede asumirse que la indicación de cirugía de glaucoma es la de un paciente con glaucoma no controlado a pesar de llevar tratamiento médico máximo. La elección de la técnica quirúrgica empleada será diferente de un paciente a otro, ya que está sujeta a múltiples variables que dependen de las características del propio paciente, del estado del ojo y de las preferencias del cirujano.

Los glaucomas primarios de ángulo abierto que precisan cirugía, son la indicación principal de la EPNP con espolonectomía. En los glaucomas secundarios de ángulo abierto (pseudoexfoliativo, pigmentario y traumático) también se propone la misma cirugía. En el caso de los glaucomas uveíticos con ángulo abierto se indica

la EPNP con espolonectomía, intentando realizarla en el momento en el que no hay actividad inflamatoria en el segmento anterior, incrementando el tratamiento corticoideo pre y postoperatorio.

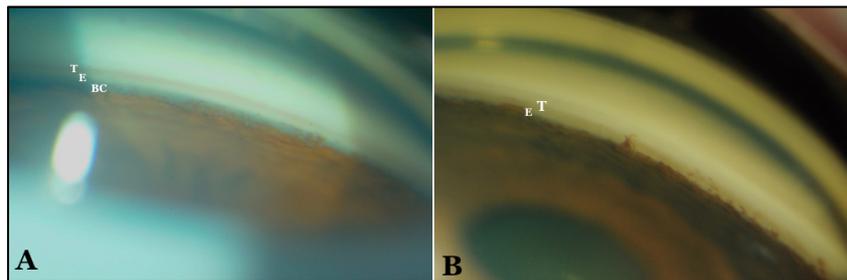
Los glaucomas de ángulo cerrado no son a priori indicación de esta cirugía, a no ser que en la gonioscopia dinámica se aprecie un cierre aposicional o se trate de un ángulo estrecho en el que se llegue a visualizar el espolón escleral. En tal caso se programa, si la situación clínica del paciente lo sugiere, una cirugía combinada de EPNP con espolonectomía más cirugía de facoemulsificación e implante de LIO (76, 144, 145).

Así pues, la gonioscopia tiene un papel muy importante a la hora de decidir la indicación quirúrgica. Se realiza, con la lente de 4 espejos de Posner, en el preoperatorio a todos los pacientes para valorar la apertura angular y descartar la presencia de sinequias u otras alteraciones en la zona de la cirugía (figura 35). La

clasificación de Shaffer es empleada habitualmente para establecer la amplitud angular (tabla 6).

**Tabla 6.** Clasificación de Shaffer.

Grado	Estructuras visibles
Grado 0	Ninguna
Grado I	Línea de Schwalbe
Grado II	Trabeculum y línea de Schwalbe
Grado III	Espolón, trabeculum y línea de Schwalbe
Grado IV	Desde cuerpo ciliar a línea de Schwalbe



**Figura 35.** Gonioscopia. Sistema de gradación. A: gonioscopia de un ángulo grado IV. B: Grado III. En ambas imágenes se diferencian el trabeculum (T) y el espolón escleral (E), pero la banda ciliar (BC) sólo es visible en la primera imagen.

La cirugía combinada se realiza, además del caso expuesto, en aquellos pacientes que tienen una catarata clínicamente sintomática para su calidad de vida o cuando, por su edad, es presumible una cirugía de catarata en los próximos años. En caso de ametropías significativas, de acuerdo con el paciente, también se realiza cirugía combinada (146).

Otra aspecto a tener en cuenta de cara a la indicación de cirugía son las contraindicaciones de los fármacos, especialmente las sistémicas, y las intolerancias locales (147) (figura 36). En estos se valoran otras opciones terapéuticas, y si no es posible, se indica tratamiento quirúrgico.

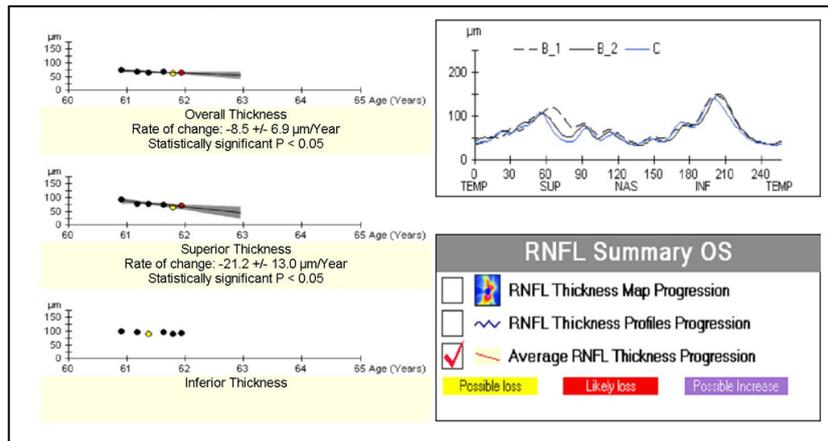


**Figura. 36.** Intolerancia farmacológica. A: paciente con triple terapia antiglaucomatosa que presenta dermatitis periocular y queratoconjuntivitis. B: al retirar el tratamiento se produce una evidente mejoría de los signos y síntomas.

La progresión del glaucoma es otra de las variables a considerar durante el estudio preoperatorio, analizándola en relación a la edad y a la severidad del daño. Esta progresión se valora desde el punto de vista estructural y funcional.

El examen estructural hace referencia a las variaciones anatómicas que se producen en la cabeza del nervio óptico y en la CFNR. En la práctica clínica esto lo valoramos con el examen del fondo de ojo mediante la biomicroscopía, con los analizadores de fibras y cabeza del nervio óptico, como son el HRT®, el GDx® o la OCT, y con el estudio de la papila con fotografías.

En nuestro medio el sistema más empleado es la OCT. Realiza un estudio tanto de la cabeza del nervio óptico como de la CFNR, siendo este último el que más información aporta por, entre otras razones, tener menor variabilidad interindividual. La tecnología actual permite realizar estudios de progresión de los principales parámetros de OCT (148) (figura 37).



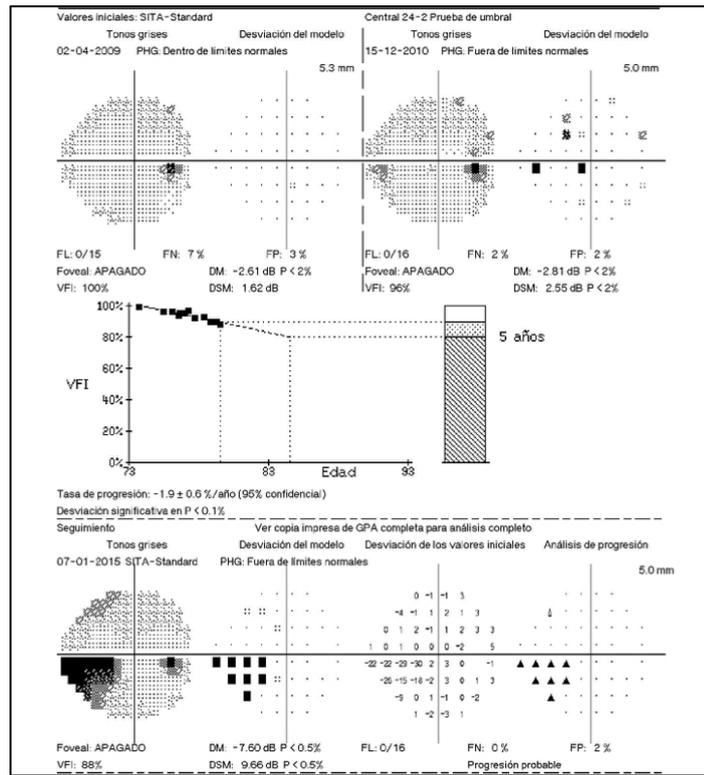
**Figura 37.** Examen de progresión que proporciona OCT-Cirrus®. En este caso se aprecia un descenso en el espesor medio de 8.5 +/- 6.9 anuales y de 21.2 +/- 13.0 micras en el sector superior, ambas de manera estadísticamente significativa.

La campimetría computerizada es la prueba funcional más importante empleada para el estudio del glaucoma (2).

Las lesiones estructurales a nivel del nervio óptico conllevan una pérdida de campo visual, que se traduce en la aparición de escotomas. Estos siguen unos patrones característicos en el glaucoma que pueden identificarse y monitorizarse con la realización del campo visual.

El objetivo final del tratamiento del glaucoma consiste en evitar la progresión de la pérdida de campo visual, por lo que su realización y estudio es pieza clave en los protocolos de glaucoma.

Al igual que las pruebas estructurales, es posible obtener estudios de progresión que nos ayudarán a decidir la actitud terapéutica más adecuada a cada paciente. Al analizar los datos, el software realiza una tasa de progresión con una estimación de la pérdida de decibelios para los siguientes 5 años si persistiese el mismo ritmo de progresión (149) (figura 38). Para realizar esta estimación con valores estadísticamente significativos es necesario realizar un mínimo número de campos visuales que deber ser válidos en cuanto a los parámetros de fiabilidad, tanto en pérdidas de fijación como en falsos negativos y positivos.



**Figura 38.** Estudio de progresión que aporta la Campimetría Humphrey® (Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, EEUU). Además de examinar el último campo visual realizado, calcula una tasa de progresión, que en este caso es de 1.9 +/- 0.6 dB al año. Aporta, además, el VFI, que es un valor que puntúa el campo visual, siendo el 100% un campo perfecto y un 0% la ausencia total de campo. Con la proyección que hace nos indica que dentro de 5 años, cuando la paciente tenga 84 años, el VFI estará por debajo del 80%.

El valor de la PIO, principal factor de riesgo en el glaucoma, es otro de los aspectos a tener en cuenta, por ser el parámetro diana

de la mayoría de las medidas terapéuticas. Los estudios multicéntricos más importantes como el Early Manifest Glaucoma Trial (150) o el Advanced Glaucoma Intervention Study (151) ya determinaron, en el año 2000, que disminuir la presión intraocular es la forma más eficiente para enlentecer la progresión del glaucoma en sus diferentes estadios. En los glaucomas avanzados, obtener presiones por debajo de 15 mmHg estabiliza en la mayoría de los casos la progresión del glaucoma.

## **5.- Técnica quirúrgica**

### **5.1.- Valoración preoperatoria**

A todos los pacientes se les realiza un estudio de su estado general con analítica básica de coagulación y un ecocardiograma. Fueron valorados por la Unidad de Anestesia de la Clínica Vila - Innova Ocular.

### **5.2.- Anestesia**

En todos los casos se ha empleado anestesia peribulbar mediante una mezcla de Mepivacaína 2% y Bupivacaína 0,75%, a la cual se añadía hialuronidasa para facilitar la difusión del anestésico. A continuación se utiliza el balón de Hoonan durante 10 minutos para producir la hipotonía del globo ocular.

Cuando era necesario se realizaba una sedación superficial al paciente durante la intervención.

### **5.3.- Pasos quirúrgicos**

La cirugía de la EPNP con espolonectomía emplea inicialmente los mismos pasos quirúrgicos que la EPNP tradicional con la disección y extirpación del canal de Schlemm. En ese momento se realiza la espolonectomía y se coloca el implante escleral en el espacio supraciliar-coroideo.

El primer paso de la cirugía es colocar una sutura de tracción corneal con Nylon 5-0 y aguja espatulada para exponer el cuadrante superior. Habitualmente realizamos dos pasos con aguja, primero de abajo hacia arriba y posteriormente en el otro lado de arriba hacia abajo (figura 39 A). De esta manera el Nylon lo podremos emplear para fijar el tapete más adelante (figura 40 A)

Realizamos una peritomía conjuntival base fórnix que nos permite exponer la superficie escleral. Con la pinza de diatermia cauterizamos suavemente el lecho escleral con campo húmedo

para evitar la retracción del lecho escleral y evitar el sangrado intraoperatorio. Se marca el tapete superficial con un cuchillete de 30° y se talla con una profundidad aproximada de 1/2 a 2/3 del espesor escleral total hasta entrar unos 2 mm en la córnea (figuras 39 C y D). Posteriormente se realiza el tapete profundo a 1 mm del borde del tapete escleral superficial con una profundidad del 90-95% de la esclera, de forma que se transparente el tejido uveal (figuras 39 E y F). Se avanza con el cuchillete circular de 1,3 mm hasta llegar al canal de Schlemm.

En ese momento se realiza una paracentesis en la cámara anterior para descomprimir el globo ocular o, si se trata de un procedimiento combinado con una cirugía de catarata, se suelta la tracción y se procede a realizar la facoemulsificación con implante de lente intraocular, tras lo cual se inyecta acetilcolina en la cámara anterior para inducir miosis en el iris y llenando a continuación la cámara anterior de viscoelástico para mantener el espacio.

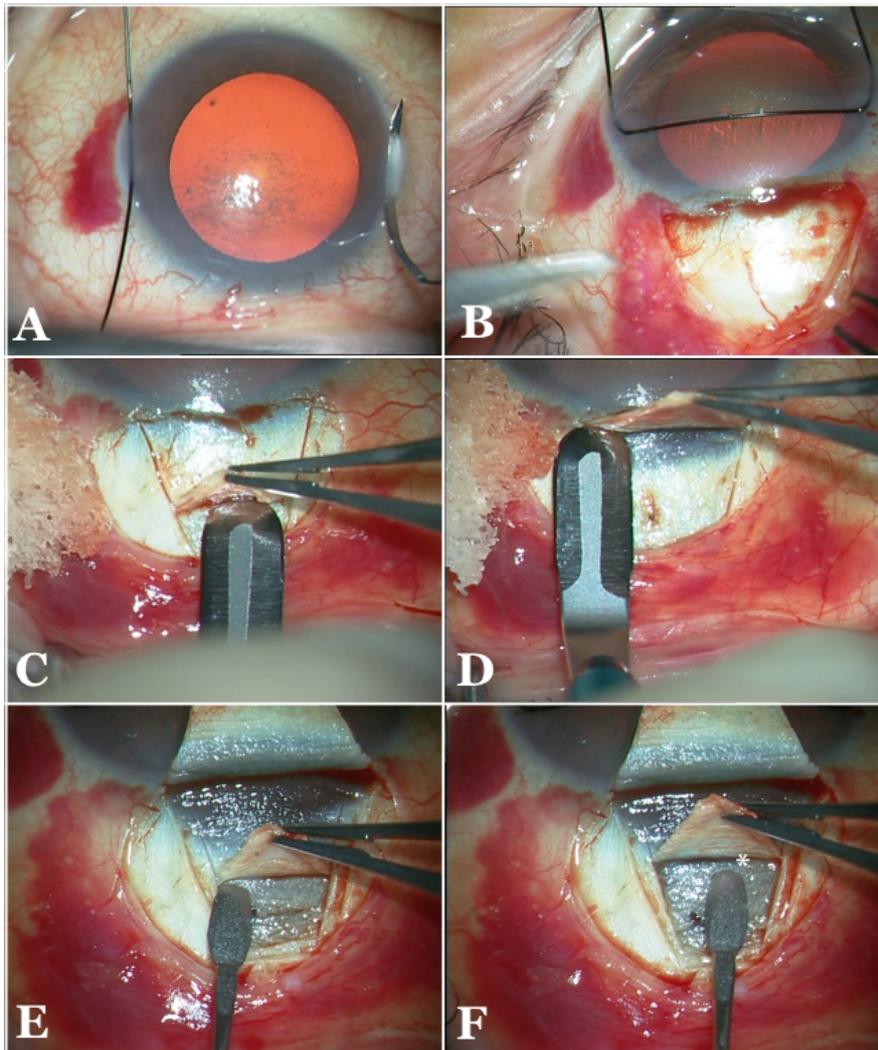
Se retorna de nuevo a la zona quirúrgica del glaucoma. Se continúa con el tallado del tapete escleral profundo, extirpando el techo del canal de Schlemm, y se crea la MTD realizando cortes en los laterales del flap a la vez que se tracciona suavemente del tapete profundo. Este es uno de los puntos críticos de la cirugía en los que se debe prestar especial atención para evitar la rotura de la MTD. Una vez creada la ventana, se corta el tapete profundo (figuras 40 A-D). Con las pinzas de Mermoud se disecciona el canal de Schlemm (figura 40 E).

La espolonectomía es posible en este momento quirúrgico, ya que se identifica el espolón escleral como el cordón fibroso blanquecino situado inmediatamente posterior al canal. Con la pinza de Mermoud se sujeta el espolón escleral por un extremo, y lo seccionamos con el cuchillete de 30° a la vez que se tracciona de manera similar a la extirpación del canal (figura 40 F). Al terminar de diseccionarlo se corta el otro extremo con el cuchillete (figura 41 A).

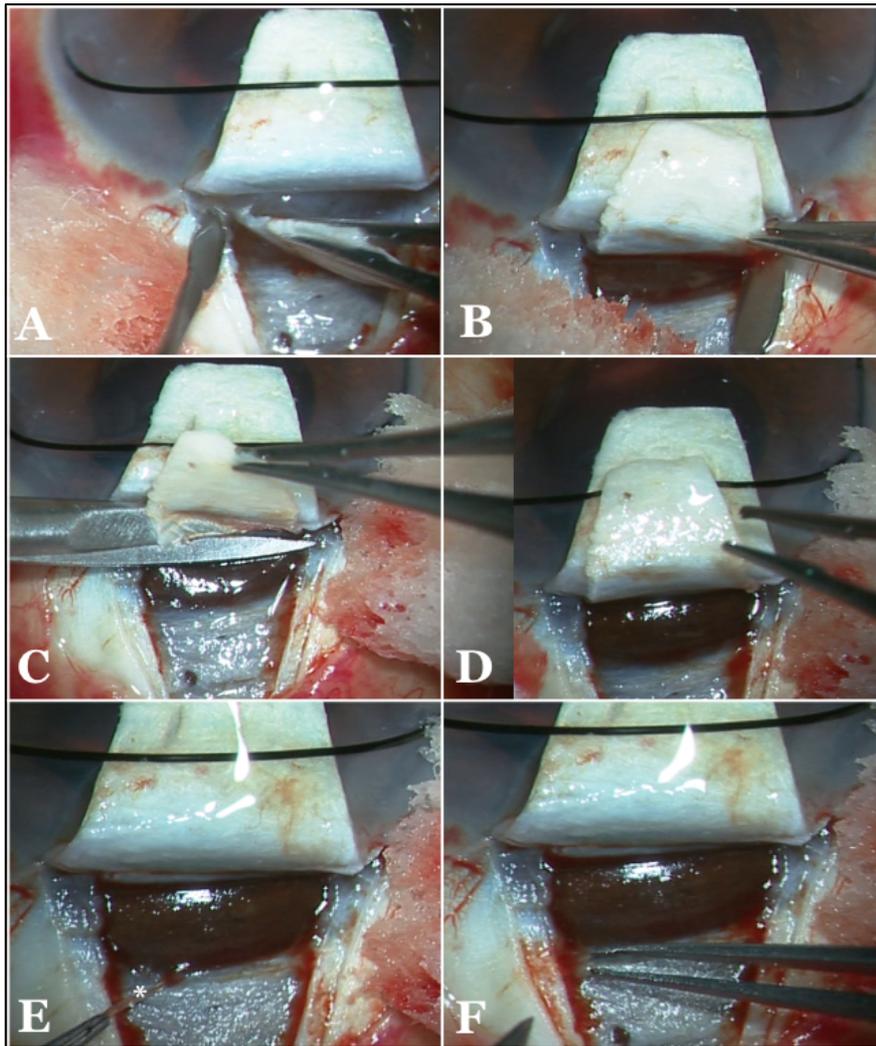
Concluida la extracción del espolón escleral, se aplica la MMC al 0,02% (0,2 mg/ml), mediante una esponja impregnada, durante 30 segundos en el lago escleral y en el espacio subconjuntival, cubriéndola con el tapete escleral superficial y con la conjuntiva (figura 41 B). A continuación se retiran los restos de MMC con hemosteta.

El implante se introduce con delicadeza en el espacio supracoroideo dejando aproximadamente un tercio de la MTD libre. El implante empleado es el Esnoper V-2000® al que realizamos una pequeña modificación para evitar taponar la MTD (figura 41 C).

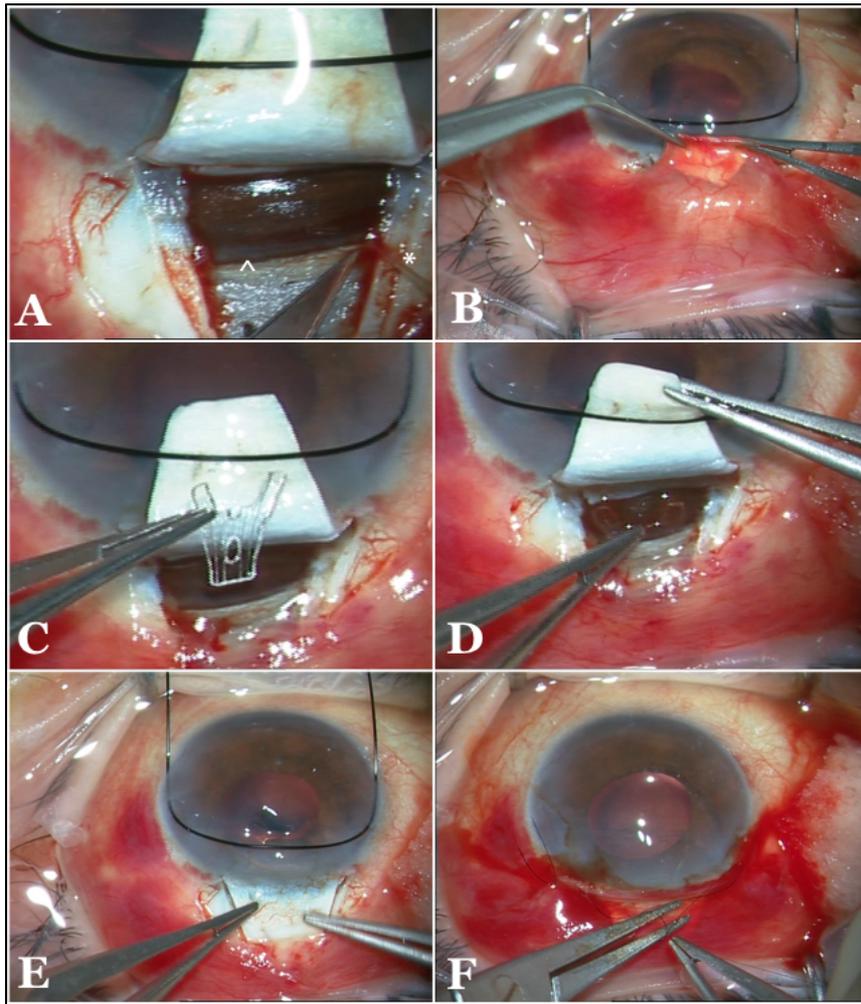
Para terminar se sutura el tapete escleral en parte posterior con Nylon 10-0, y la conjuntiva con el mismo Nylon (figuras 41 E y F). Como medicación se inyecta corticoides subconjuntivales.



**Figura. 39.** Pasos quirúrgicos EPNP con espolonectomía (I). A: sutura de tracción corneal. B: peritomía base fórnix. C y D: tallado de tapete escleral superficial hasta llegar a córnea transparente. E y F: tallado de tapete profundo, en el que se transparenta la coroides, hasta llegar al Canal de Schlemm (\*).



**Figura 40.** Pasos quirúrgicos EPNP con espolonectomía (II). A y B: se talla la MTD cortando en los bordes del tapete profundo y disecando con cautela. C y D: Se emplea la tijeras de Vannas para cortar el tapete profundo, quedando expuesta toda la MTD. E: con la pinza de Mermoud se extirpa el suelo del Canal de Schlemm (\*). F: con la misma pinza y ayudados del cuchillete se corta y tracciona el espolón escleral.



**Figura 41.** Pasos quirúrgicos EPNP con espolonectomía (III). A: Al extirpar toda la sección del espolón escleral (\*) queda abierta la hendidura que permite visualizar el cuerpo ciliar (^). B: se aplica MMC al 0,02% durante 30 segundos. C: el implante ESNOPER V 2000® se modifica y se implanta en el espacio supracoroideo. La MTD queda libre por la modificación realizada. E y F: se posiciona el tapete superficial y se realiza una sutura conjuntival.

#### 5.4.- Tratamiento postoperatorio

La pauta de tratamiento postoperatoria consiste en colirio de Prednisolona (PredForte® Colirio, Alcon®) durante dos meses y profilaxis antibiótica con Ciprofloxacino tópico (Oftacilox Colirio, Alcon®) la primera semana, según se indica en la tabla 7.

**Tabla 7.** Pauta de tratamiento postoperatorio

Primera semana	
Colirio Predforte®	6 veces al día
Colirio Oftacilox®	3 veces al día
Segunda semana	
Colirio Predforte®	6 veces al día
Tercera y cuarta semana	
Colirio Predforte®	4 veces al día
Quinta y sexta semana	
Colirio Predforte®	2 veces al día
Séptima y octava semana	
Colirio Predforte®	1 veces al día

## 6.- Exploración postoperatoria

A todos los pacientes se les revisaba a las 24 horas de la cirugía, donde se valoraba la agudeza visual -sin significación clínica, únicamente orientativa-, se realizaba un examen de polo anterior valorando la ampolla de filtración, la amplitud de la cámara anterior, la presencia de fenómeno de Seidel y la presión intraocular. Mediante oftalmoscopia se valoraba el fondo de ojo. Posteriormente hemos seguido el protocolo mostrado en la tabla 8, aunque a los pacientes se les realizaba, en caso necesario, más visitas postoperatorias.

**Tabla 8.** Protocolo de exploración postoperatoria

	Mes 1	Mes 3	Mes 6	Mes 12	Mes 24
Exploración oftalmológica	X	X	X	X	X
Gonioscopia		X			
OCT-SA			X	X	X

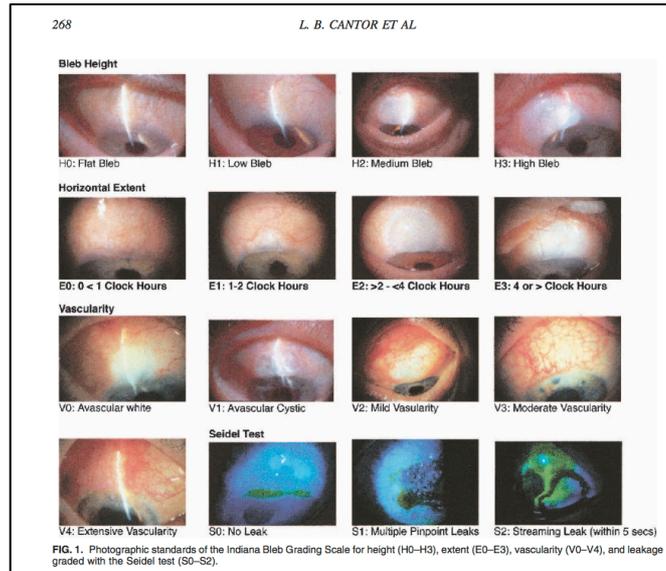
### **6.1.- Exploración oftalmológica**

Esta exploración comprende:

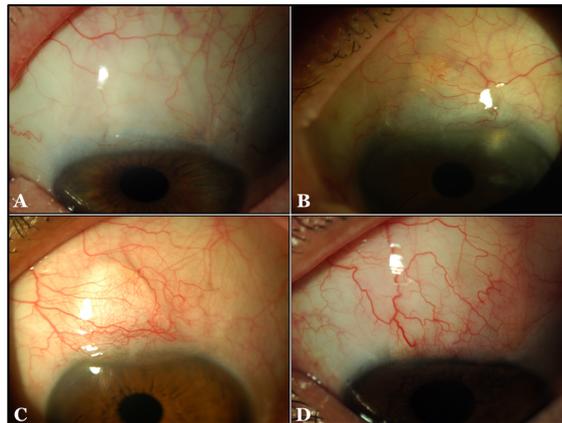
- MAVC con optotipo de Snellen
- Biomicroscopía del segmento anterior
- PIO medida con tonometría de Goldman
- Estudio de fondo de ojo
- Valoración detallada de la ampolla de filtración subconjuntival mediante la clasificación de Indiana (92). Se estudia la altura, la extensión y la vascularización, y la posible existencia de fenómeno de Seidel (tabla 9) (figuras 42 y 43). Para una valoración adecuada se le pide al paciente que dirija la mirada para exponer la zona conjuntival superior. Se examina con luz difusa y con hendidura fina para valorar correctamente el espacio existente entre la conjuntiva y la esclera.

**Tabla 9.** Clasificación de Indiana

<b>Altura</b>
Valora la elevación de la conjuntiva desde el tapete escleral
Ho: Ampolla plana sin elevación visible
H1: Elevación leve de la ampolla conjuntival
H2: Elevación moderada de la ampolla conjuntival
H3: Elevación alta de la ampolla conjuntival
<b>Extensión</b>
Calcula el área, en horas de reloj, de la longitud de la ampolla
E0: Ampolla no visible o con extensión menor de 1 hora de reloj
E1: Extensión entre 1 y 2 horas.
E2: Extensión entre 2 y 4
E3: Extensión mayor o igual a 4 horas.
<b>Vascularización</b>
Diferencia 5 grados de vascularización
V0: Ampolla avascular (sin microquistes, con aspecto opaco)
V1: Avascular/blanca (con microquistes y aspecto transparente)
V2: Vascularización leve
V3: Vascularización moderada.
V4: Vascularización extensa (vasos engrosados).
<b>Seidel</b>
Representa la salida de humor acuoso a través de las paredes de la ampolla estudiada mediante fluoresceína.
S0: Ausencia de Seidel.
S1: Seidel conjuntival puntiforme
S2: Salida evidente de humor acuoso tras 5 segundos de espera



**Figura 42.** Ejemplos publicados por Cantor et al. para ayudar a identificar los diferentes parámetros de la Clasificación de Indiana.



**Figura 43.** Valoración de las ampollas de filtración según la clasificación de Indiana. (A): Ampolla H2 E2 V1 S0. (B): Ampolla H1 E1 V2 S0. (C): Ampolla H1 E1 V3 S0. (D): Ampolla H2 E2 V2 S0.

## **6.2.- Gonioscopia**

La gonioscopia formó parte del protocolo para valorar el área quirúrgica a los 3 meses de la cirugía, aunque es una exploración que realizamos de manera habitual y, especialmente, en cualquier situación donde exista un aumento de la PIO o sospecha de incarceration iridiana.

La finalidad principal de esta exploración en el postoperatorio es verificar “de visu” la espolonectomía, esto es, si realmente se ha extirpado el espolón escleral, que es la base de este trabajo. Además se valoran el resto de estructuras y variaciones que clínicamente podrían tener relevancia.

Para su realización, tras tomar la PIO con el tonómetro de Goldman, se aprovecha la anestesia corneal para colocar suavemente la lente de Posner en el centro de la corneal y visualizar la zona quirúrgica.

Debe visualizarse la MTD y, a través de ella, el lago escleral y el implante utilizado. Prestamos especial atención, como hemos

comentado, a la presencia o ausencia, total o parcial, del espolón escleral (figura 44).



**Figura 44.** *Gonioscopia de la zona quirúrgica. A través de la MTD transparente se aprecia el implante escleral (I). El espolón escleral (E) es visible por detrás del trabeculum (T) a los lados de ventana, pero se ha extirpado correctamente apreciando una modificación en el perfil de la raíz del iris.*

### 6.3.- OCT-SA

El examen de OCT de segmento anterior se ha realizado mediante el Visante® OCT (Carl Zeiss Meditec Inc., Dublin, CA, EEUU), (figura 45). El Visante® OCT es un dispositivo exclusivamente para la exploración del segmento anterior que comenzó a

comercializarse en 2005, con tecnología TD-OCT. Las características del Visante® OCT-SA se muestran en la tabla 10.

**Tabla 10.** Características de Visante® OCT-SA

---

**Características técnicas**

Resolución eje axial: 18  $\mu\text{m}$ .

Resolución eje transversal: 60  $\mu\text{m}$ .

Velocidad de adquisición: 2000 A scans/seg.

**Características específicas**

Permite la exploración automática de 360°.

Escaneo de 4 a 16 meridianos simultáneamente.

Requiere oscuridad completa para la exploración.

Permite la medición entre dos puntos

Realiza cuantitativo de la cámara anterior.

Principales funciones:

Exploración esclera y conjuntiva.

Grosor corneal.

Evaluación de la cámara anterior.

Evaluación del cristalino y lentes artificiales.

Visualización estructuras ángulo esclerocorneal

Distancia ángulo-ángulo.

Medición flap corneal.

---



*Figura 45 . Visante® OCT-SA.*

La pantalla muestra el ojo del paciente así como el lugar exacto donde se está realizando el corte, pudiendo manipular el explorador el lugar del que quiere adquirir imágenes.

Para su realización, según se detalló en la introducción, se pide al paciente que dirija la mirada hacia abajo unos 30°, a la vez que el examinador levanta el párpado superior para dejar expuesta, sin presionar el globo, la conjuntiva superior. Cuando el paciente mantiene el ojo en posición primaria de la mirada, el equipo

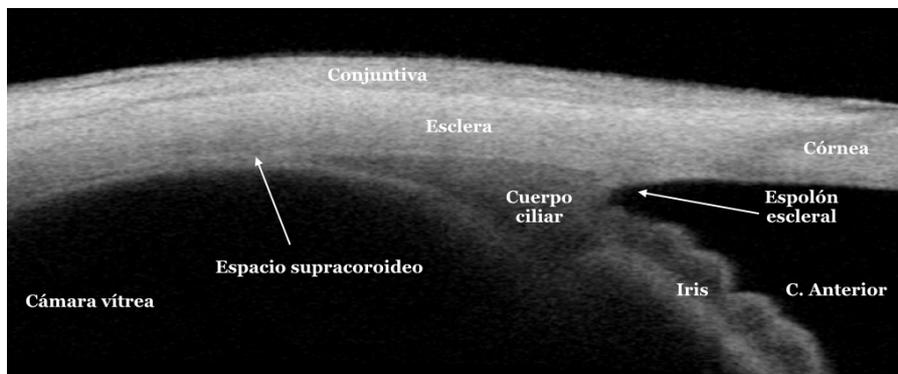
analiza el segmento anterior del ojo. En función del tipo de *scan* seleccionado la exploración puede abarcar una zona 12 mm o menor. Este tipo de examen es útil para valorar los datos biométricos de la cámara anterior incluyendo el ángulo camerular. También permite valorar alteraciones corneales como adelgazamientos u opacidades estromales.

Esta exploración se realizaba a todos los pacientes protocolariamente en las visitas de los 6, 12 y 24 meses, escogiendo el corte vertical y empleando el protocolo Enhanced High Resolution Corneal, que realiza un corte de alta calidad de 6 mm de longitud.

Cuando realizamos el corte vertical en el limbo superior a un paciente que no ha sido intervenido de glaucoma, podemos diferenciar todas las estructuras que se encuentran en esta zona, tanto las del segmento anterior, incluido el cuerpo ciliar, como parte de las del segmento posterior como la retina más periférica, y la cámara vítrea. El espacio supracoroideo no es visible en la

mayoría de la personas pero sí es posible ubicarlo entre la esclera y la coroides. (figura 46).

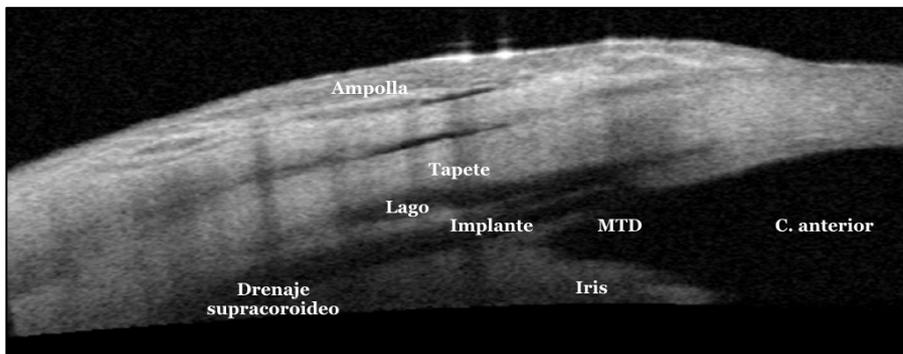
La OCT-SA no llega a mostrar los detalles de la parte más interna del cuerpo ciliar, como son los procesos ciliares y al inserción del cristalino en la zónula.



**Figura 46.** OCT-SA en paciente no intervenido. Se aprecian todas las estructuras del segmento anterior y la parte más anterior de la esclera, coroides y cámara vítrea. La parte más interna del cuerpo ciliar no es visible.

En un paciente intervenido de glaucoma mediante EPNP con espolonectomía se ponen de manifiesto las zonas hiporreflectivas localizadas en el espacio conjuntival, lago escleral, y espacio

supracoroideo. Estas zonas tienen menor reflectividad por su mayor contenido líquido, por lo que las consideramos criterios de filtración (figura 47). La profundidad de las imágenes es inferior a la de un ojo no intervenido debido al engrosamiento global de la pared ocular por la propia cirugía.



*Figura 47. OCT-SA de paciente intervenido mediante EPNP donde se aprecian los diferentes espacios por la hiporreflectividad en las zonas donde se encuentra el humor acuoso evacuado.*

### **6.3.1.- Espacio conjuntival**

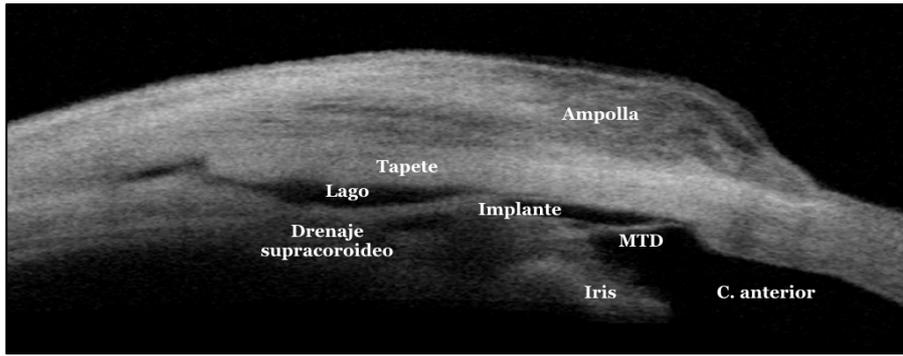
En el estudio de la ampolla de filtración conjuntival se categorizan las mismas en función de los parámetros obtenidos a partir de la

clasificación de Yamamoto modificada para poder aplicarla a los hallazgos obtenidos mediante OCT-SA. En la escala de grises la hiporreflectividad de muestra en color negro y la hiperreflectividad en blanco, de forma que la imagen más oscura se corresponde con la ausencia de tejido y, por el contrario, los tejidos más densos se muestran en un blanco intenso.

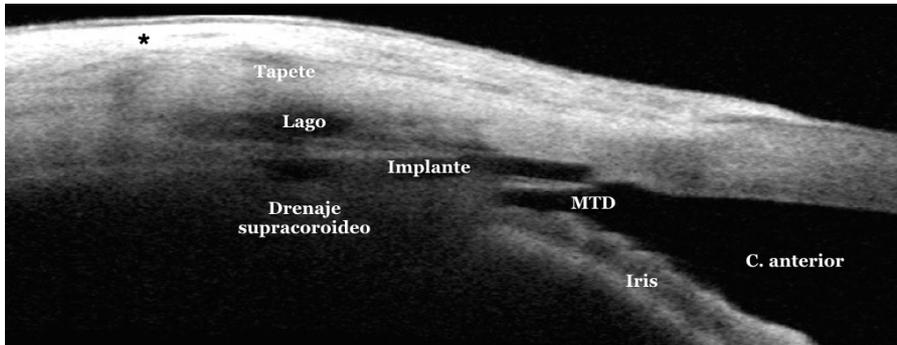
La clasificación empleada se fija tanto en la reflectividad como en la forma de las imágenes, y queda reflejada en la tabla 11 (figuras 48-51).

**Tabla 11.** Clasificación de Yamamoto

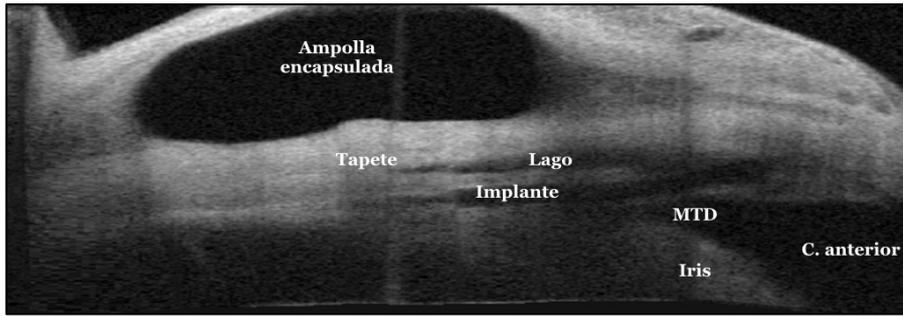
Hiporreflectividad	Se observa filtración subconjuntival
Hiperreflectividad	Se aprecia material fibroso
Encapsulada	Existe una cápsula fibrosa de aspecto hiperreflectivo rodeando un quiste de humor acuoso
Plana	Ampolla conjuntival ausente



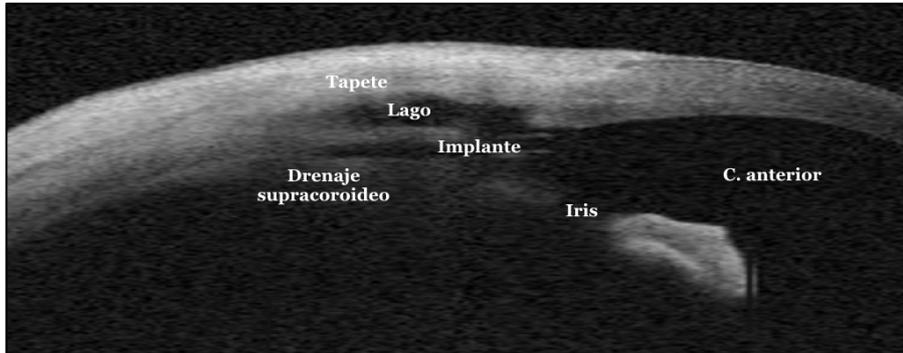
**Figura 48.** Ampolla subconjuntival hiporreflectiva. Se observa hiporreflectividad en el espacio subconjuntival, un vacío que se corresponde con el lago escleral y una hiporreflectividad ciliar mayor de la esperada por el drenaje supracoroideo difuso. También se diferencia el implante escleral que apoya sobre la MTD.



**Figura 49.** Ampolla subconjuntival hiperreflectiva. Destaca la ausencia de drenaje subconjuntival por la alta reflectividad del tejido (\*) y al ausencia de quistes o espacios hiporreflectivos. Sin embargo el lago escleral queda definido posterior y superior al implante, mientras que el espacio supracoroideo se sitúa en la zona distal e inferior al mismo.



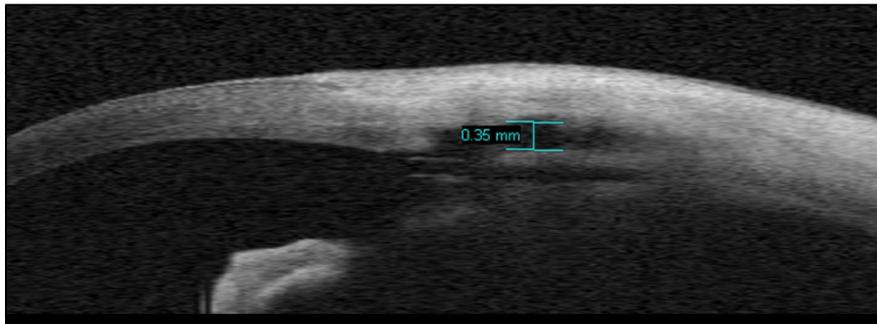
**Figura 50.** Ampolla encapsulada. Se diferencia como una cavidad vacía situada por encima del tapete escleral superficial y que esta rodeada por tejido bien definido que suele ser hiperreflectivo, lo cual demuestra su impermeabilidad e incapacidad para absorber el humor acuoso.



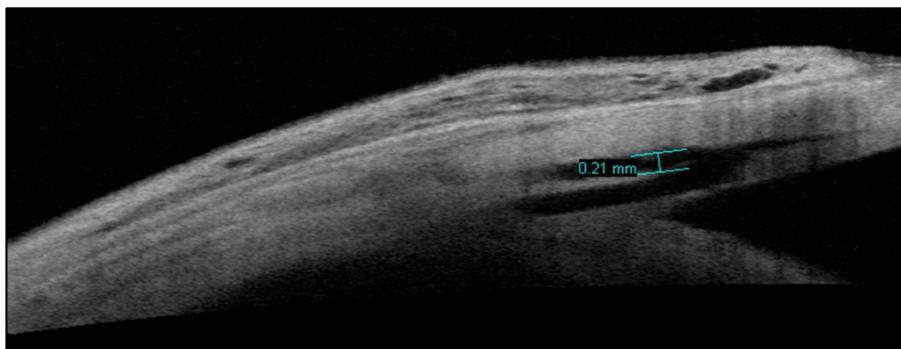
**Figura 51.** Ampolla subconjuntival plana. No se aprecia líquido en el espacio subconjuntival y la reflectividad es equiparable al tejido normal. El lago escleral y el espacio supracoroideo están presentes. Esta imagen es típica de pacientes con presión intraocular conservada sin presencia de ampolla de filtración. La OCT-SA es la forma ideal de comprobar el mecanismo de funcionamiento de la cirugía ya que permite apreciar lo que ocurre por debajo de los tejidos más superficiales.

### 6.3.2.- Lago escleral

Es un espacio hiporreflectivo en la esclera, en la zona donde se ha realizado la cirugía de la esclerectomía profunda. Se corresponde a la zona donde se ha extirpado el tapete profundo. Esta limitado por arriba por el tapete escleral superficial, por abajo por el lecho escleral. Con la función “caliper” se mide la altura máxima encontrada (figuras 52 y 53).



*Figura 52. Medición de la altura del lago escleral. Con el “caliper” se mide la zona del lago escleral situado entre el lecho escleral profundo y la cara interna del tapete escleral superficial. En este caso la altura es de 0,35 mm.*

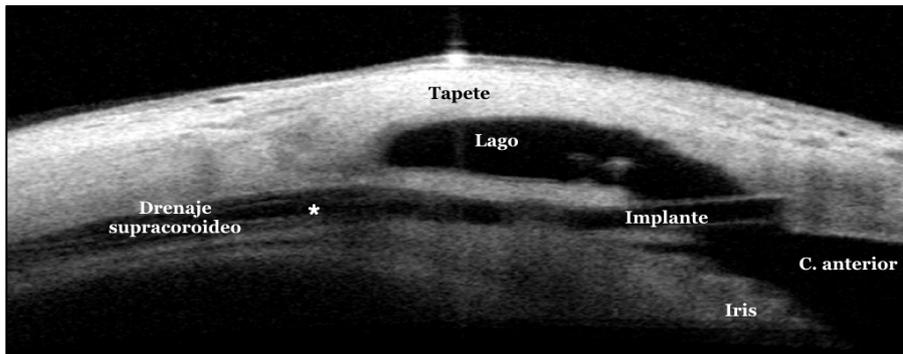


*Figura 53. Medición de la altura del lago escleral. En este otro ejemplo la altura es de 0,21mm. Se aprecian también lagunas en el espacio subconjuntival.*

### **6.3.3.- Espacio supracoroideo**

Para valorar el espacio supracoroideo es necesario visualizar toda la imagen obtenida para identificar los diferentes planos realizados en la cirugía. Se debe localizar el implante ubicado en la zona supraciliar, ya que aparece delimitado como un área hiporreflectiva cuyos bordes quedan definidos de alta reflectividad. En ocasiones es necesario realizar varios cortes para elegir la imagen adecuada. A partir de aquí hemos diferenciado varios patrones de flujo supracoroideo:

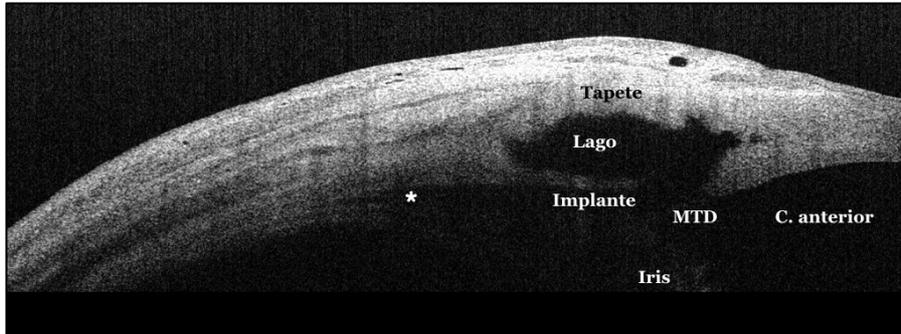
1.- **Patrón en lámina:** línea de baja reflectividad que se prolonga por detrás del implante y cuyo límite posterior se suele situar más allá de los límites de la imagen (figura 54). La densidad del tejido escleral contrasta con la hiporreflectividad del espacio supracoroideo disecado.



*Figura 54. Patrón en lámina. La imagen hiporreflectiva (\*) diseca el espacio supracoroideo más allá de los límites de la imagen. Se puede apreciar como este espacio abierto es una continuación del implante, que entra en a través de la espolonectomía realizada.*

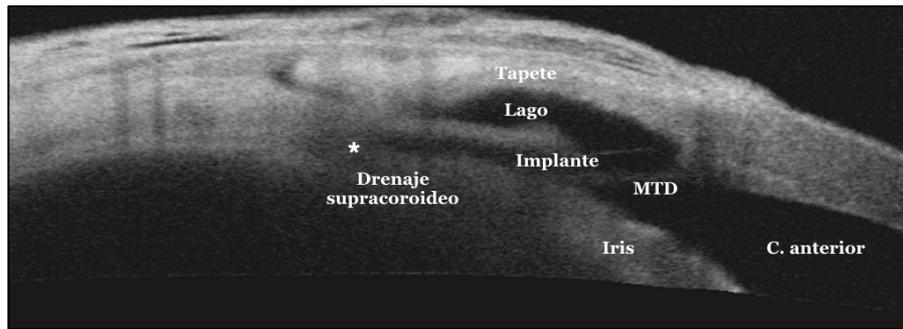
2.- **Patrón en pico:** la zona de baja reflectividad se prolonga escasamente unos milímetros más allá del implante, siendo visible el límite posterior del mismo (figura 55). Al igual que el anterior,

la zona de hiporreflectividad aparece a continuación del implante, si bien longitud es menor.



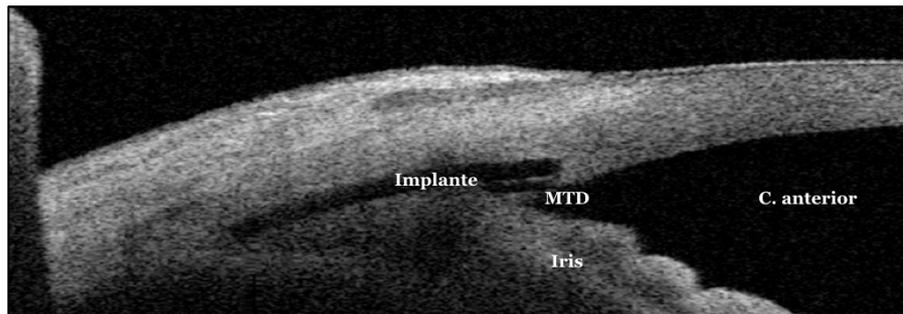
*Figura 55. Patrón en pico. En el espacio supracoroideo se aprecia, en forma de pico, una zona de hiporreflectividad (\*).*

3.- **Patrón difuso:** se aprecia una sombra de baja reflectividad en la zona cilio-coroidea. Esta sombra no debe ser causada por una falta de señal, que podría ofrecer una imagen similar originada por un efecto pantalla debido a un tejido hiperreflectivo situado por encima de la zona estudiada, o por una “mayor profundidad” del tejido estudiado, debida a un excesivo engrosamiento de las capas superficiales (figura 56).



*Figura 56. Patrón difuso. Por debajo del implante y en la zona ciliar y supracoroidea se aprecia un área hiporreflectiva sin límites definidos (\*).*

4.- **Ausencia de flujo:** el implante esta rodeado de tejido con reflectividad similar en toda la zona coroidea y en ausencia de hiporreflectividad en la zona escleral y subconjuntival (figura 57).



*Figura 57. Patrón de no hiporreflectividad. Se aprecia el implante rodeado de tejido y sin presencia de flujo.*

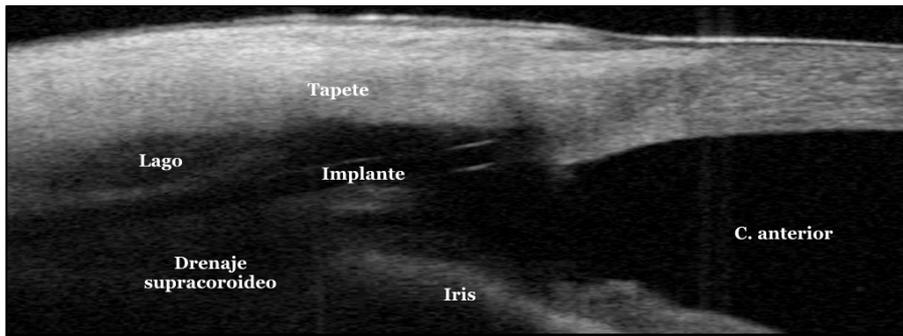
#### **6.3.4.- Tipos de drenaje**

Hemos diferenciado las tres vías de drenaje: subconjuntival, escleral y supracoroidea. Estas vías no son excluyentes. El lago escleral, que representa la vía escleral, es visible en todos los pacientes intervenidos de EPNP con espilonectomía, salvo excepcionales casos de fracaso. La vía supracoroidea y la subconjuntival no siempre están presentes. Es decir, en los pacientes encontramos la vía escleral más la vía subconjuntival y/o la vía supracoroidea.

Por este motivo diferenciamos “vías de drenaje” de “tipos de drenaje”, clasificando éstos últimos en “esclero-supracoroideo”, “esclero-subconjuntival” y “mixto”. Esta nomenclatura se ajusta con mayor exactitud a los hallazgos obtenidos en la práctica clínica, si bien en muchas ocasiones nos referimos indistintamente con el término “drenaje”.

El “drenaje esclero-supracoroideo” no tiene vía subconjuntival (imagen 58), mientras que el “drenaje esclero-conjuntival”

carecerá de drenaje supracoroideo. Por lo tanto, aquellos pacientes que tengan la vía supracoroidea funcionando se corresponderán a los pacientes incluidos en los que tienen drenaje esclero-supracoroideo o drenaje mixto.



**Figura 58.** Drenaje esclero-supracoroideo. En este paciente es visible tanto el lago escleral como el drenaje supracoroideo, sin apreciarse la vía subconjuntival.

Los pacientes en los que exista un fracaso de la vía supracoroidea pero se mantenga funcionando la vía subconjuntival tendrán un drenaje esclero-subconjuntival. Este tipo de drenaje es el esperado en la EPNP convencional, que no tiene intención de explorar, al menos inicialmente, la vía supracoroidea.

En la tabla 12 se esquematizan los diferentes tipos de drenaje y las vías que emplean cada uno de ellos.

**Tabla 12.** “Tipos de drenaje” en la EPNP con espilonectomía.

<b>Tipo de drenaje</b>	<b>Vía</b>
Esclero-supracoroideo	Escleral y supracoroidea
Esclero-subconjuntival	Escleral y subconjuntival
Mixto	Escleral, subconjuntival y supracoroidea

## **7.- Maniobras terapéuticas adicionales**

### **7.1.- Goniopunción**

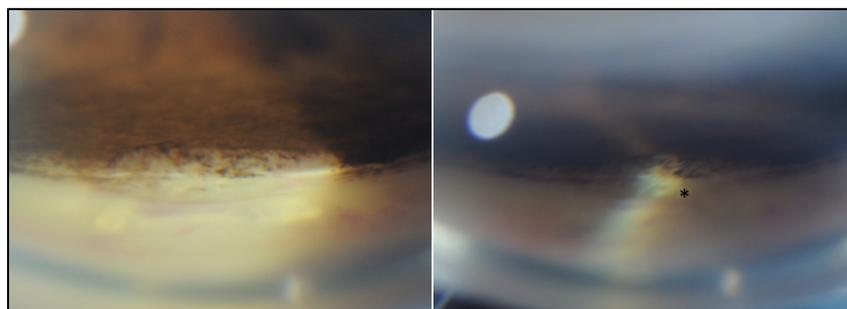
La goniopunción o goniopuntura con laser Nd-YAG es un acto terapéutico postoperatorio cuya finalidad es romper la MTD para aumentar el flujo de salida del humor acuoso. La decisión de indicar este procedimiento es clínica. Habitualmente se realiza en aquellos pacientes que mantienen una PIO mayor de 18 mmHg o cuando consideramos que su ruptura nos va a mejorar el control postoperatorio del paciente.

Se emplea el espejo de ángulo de la lente de Goldmann o con otra lente para visualización del ángulo. Tras visualizar y enfocar la zona quirúrgica se realizan entre 1 y 3 impactos en la parte más anterior de la MTD con una potencia de 3-5 mJ (figura 59).

Para minimizar el riesgo de incarceration instilamos una gota de Pilocarpina al 2% unos minutos antes de la goniopuntura, y en

pacientes fáquicos realizamos una iridoplastia en la proximidad de la MTD.

En el postoperatorio indicamos colirio TobraDex®, una gota tres veces al día durante 5 días y, en los pacientes fáquicos, además, colirio de Pilocarpina 3 veces al día, durante 5 días.



**Figura 59.** Fotografía pre y post goniopunción. La ruptura de la MTD se realiza mediante dos o tres impactos con el laser Nd-YAG. Cuando se rompe la membrana se produce visualmente una modificación en la forma y en la movilidad del implante escleral que puede ser más o menos sutil.

En ocasiones, cuando existe un déficit de filtración en el postoperatorio inmediato debe estudiarse la posibilidad de una disección inadecuada de la MTD y, en tal caso, valorar realizar una goniopunción precoz, tomando una serie de medidas para

evitar la hipotensión brusca, que puede provocar, incluso, un desprendimiento coroideo.

Habitualmente se espera a la segunda o cuarta semana postoperatoria para realizar la goniopunción, para que exista cierto grado de resistencia la zona escleral y subconjuntival.

La goniopunción precoz la consideramos dentro de las complicaciones precoces por ser necesaria cuando la filtración no es la deseada.

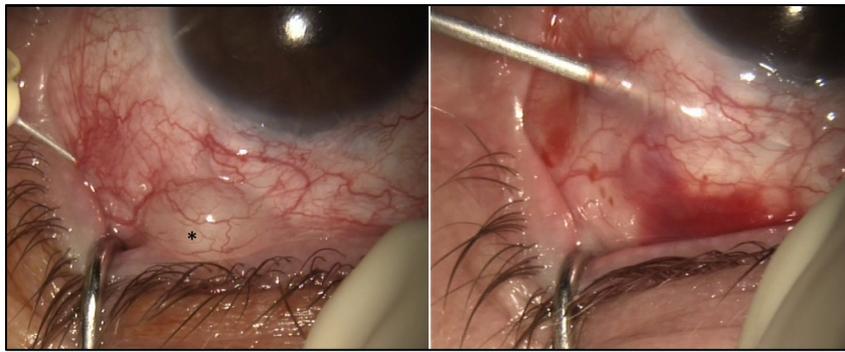
### ***7.2.- Needling***

La maniobra de *needling*, o revisión de la ampolla de filtración, es una actuación terapéutica encaminada a romper los procesos de fibrosis que se han creado a nivel subconjuntival, epiescleral o intraescleral. Esta fibrosis evita el flujo y absorción del humor acuoso lo que conlleva el fracaso de la cirugía al elevarse de nuevo la presión intraocular.

La presencia de fibrosis subconjuntival en el tapete y los quistes de la cápsula Tenon se diagnostican con la lámpara de hendidura y se confirman mediante la realización de una OCT-SA o BMU, que nos permite apreciar la pared del quiste. La maniobra de Trantas se realiza con la lente de gonioscopia y nos ayuda a localizar el nivel de la fibrosis ejerciendo una suave presión para valorar la movilidad del tapete escleral a través de la MTD. Se puede emplear en la EPNP aunque es más sencillo su empleo en la trabeculectomía pues carece de MTD.

Para realizar el *needling* se anestesia la conjuntiva superior con Lidocaína al 2% impregnada en una hemosteta. A continuación se inyecta en el cuadrante superior 0,1 ml de MMC al 0,02% subconjuntival (dosis de 20 microgramos) que se moviliza con otra hemosteta. En los paciente miopes o con alteraciones conjuntivales no empleamos MMC, si no que se inyectamos 5-FU al final del proceso.

Pasados 5 minutos, con un esclerotomo de 20 Gauges, se entra por la conjuntiva temporal con una trayectoria paralela a la superficie escleral, hasta llegar a la zona fibrosada. Se introduce el cuchillete debajo del tapete escleral superficial y se asciende hacia arriba para romper los tractos fibrosos epiesclerales y subconjuntivales (figura 62).



**Figura 60.** Maniobra de needling. A: se inyecta 0.1 ml de MMC al 0,02% en el cuadrante superior de la conjuntiva (\*) y se remueve por toda la zona, evitando que se acumule en la zona perilímbica. B: a los 10 minutos se introduce un esclerotomo de 20G y se rompen las zonas fibrosis, típicamente en el reborde del tapete escleral y en el espacio subconjuntival.

### **8.- Valoración de éxito quirúrgico**

Se considera éxito completo cuando la presión intraocular es menor de 21 mmHg sin tratamiento médico, éxito parcial cuando esta presión es menor de 21 mmHg con tratamiento médico, y fracaso quirúrgico cuando la PIO es mayor de 21 a pesar del tratamiento médico, o si ha precisado nuevo tratamiento quirúrgico.

## **9.- Análisis de los datos y metodología estadística**

El análisis estadístico fue realizado con el programa SPSS 15.0.1 (SPSS Inc., Chicago, IL). En el análisis descriptivo se calcularon los valores medios y las desviaciones estándar para las variables continuas estudiadas (edad, mejor agudeza visual corregida, presión intraocular, y altura del lago escleral).

Para la obtención de los p-valor en las comparaciones de medias de las variables continuas, los datos se analizaron empleando el análisis de la varianza (ANOVA), tras verificar que los datos presentaban una distribución de acuerdo a la distribución normal (mediante el test de Kolmogorov-Smirnov, que evalúa el ajuste a una distribución) y que existía homogeneidad en las varianzas de los grupos (mediante el test de Levene).

En aquellas situaciones en las que las comparaciones de medias con el ANOVA mostraron diferencias estadísticamente significativas, se realizaron los correspondientes análisis post-hoc,

mediante el test de Bonferroni, para comprobar las diferencias de medias significativas entre los subgrupos.

Los resultados obtenidos permiten aceptar la hipótesis de normalidad en la mayoría de los casos, por lo que la metodología estadística se orienta, en general, a la aplicación de tests paramétricos.

Para evaluar la existencia de correlaciones entre las variables continuas estudiadas se empleó el coeficiente de correlación de Pearson, que mide el nivel de correlación lineal entre dos variables normales. Se contrastará la hipótesis de nulidad de dicho coeficiente mediante los niveles de significación, como expresión de la significación estadística de la relación estudiada.

En las variables categóricas analizadas se calcularon los valores de la chi cuadrado de Pearson, para evaluar si todas las categorías contenían las mismas proporciones de valores. Estas variables son: ojo intervenido, sexo, tipo de glaucoma, número de fármacos, valoración gonioscópica del ángulo camerular, estado del

cristalino, tipo de cirugía realizada, punción de la MTD, altura, extensión y vascularización de la ampolla de filtración, todas ellas obtenidas tras la exploración con lámpara de hendidura. También se incluyen la valoración de las vías de drenaje, de las ampollas de filtración subconjuntivales y del espacio supracoroideo estudiado mediante OCT-SA, y la valoración postoperatoria de la presencia del espolón escleral mediante gonioscopia).

Se exponen también el coeficiente de dispersión (expresando la desviación absoluta media como un porcentaje de la mediana) y el coeficiente de variación (expresando la raíz cuadrática media de la desviación estándar como un porcentaje de la mediana).

La información descriptiva se complementa con los gráficos más apropiados para visualizar los patrones característicos de la misma: gráficos circulares y de barras en 2D, gráficos de líneas, gráficos de dispersión de puntos, etc.

El nivel de significatividad empleado en los análisis ha sido el 5% ( $\alpha=0,05$ ), de forma que cualquier p-valor menor a 0,05 es

indicativo de una relación estadísticamente significativa y un p-valor mayor o igual a 0,05 indica ausencia de relación.

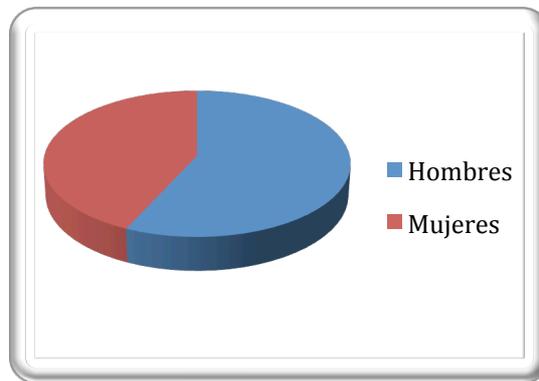


### **III.-RESULTADOS**



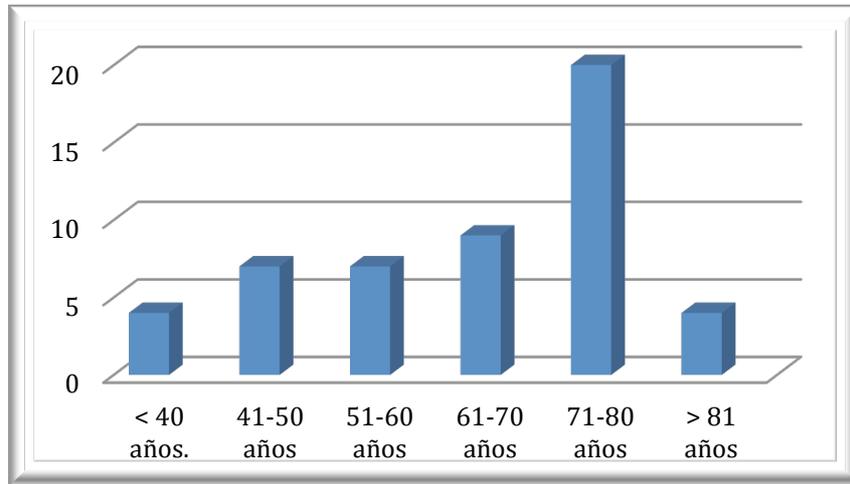
### 1.- Características de la muestra

La muestra de nuestro estudio está constituida por 51 ojos de 28 pacientes, de los cuales, 27 (52,9% de la muestra) son derechos y 24 (47,1% de la muestra) son izquierdos. Asimismo, 29 (56,9% de la muestra) pertenecen a hombres y 22 (43,1% de la muestra) a mujeres. Según la variable “sexo”, se obtiene la siguiente distribución muestral:



*Figura 61. Diagrama de sectores de la distribución por sexos.*

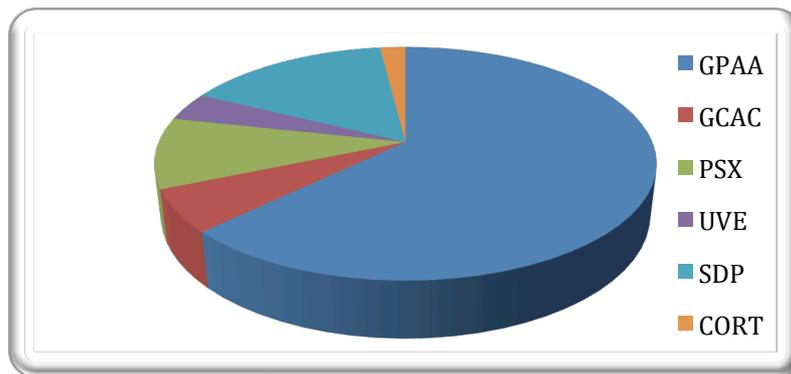
La edad media del grupo de los pacientes de la muestra era  $64 \pm 14$  años, con un recorrido entre 39 y 85 años. La representación gráfica de la variable “edad” se expone en la figura 62 .



*Figura 62. Diagrama de barras de la distribución por edad.*

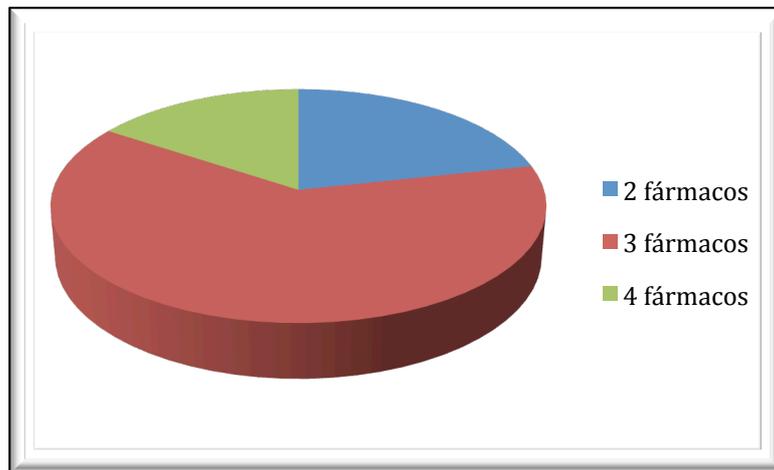
Todos los pacientes incluidos en el estudio fueron diagnosticados de glaucoma y habían mostrado progresión en la fase de seguimiento preoperatorio a pesar del tratamiento, o presentaban intolerancia al mismo, por lo que fueron sometidos a tratamiento quirúrgico.

En la serie estudiada, los tipos de glaucoma que hemos encontrado han sido: GPAA, 32 ojos (62,7% de la muestra); glaucoma por cierre angular crónico, 3 ojos (5,9% de la muestra); glaucoma por pseudoexfoliación capsular, 5 ojos (9,8% de la muestra); glaucoma uveítico, 2 ojos (3,9% de la muestra); glaucoma por dispersión pigmentaria 8 ojos (15,7% de la muestra) y glaucoma corticoideo, 1 ojo (1,9% de la muestra). Por lo tanto, el tipo más frecuente de glaucoma fue el GPAA, como se muestra en la figura 63.



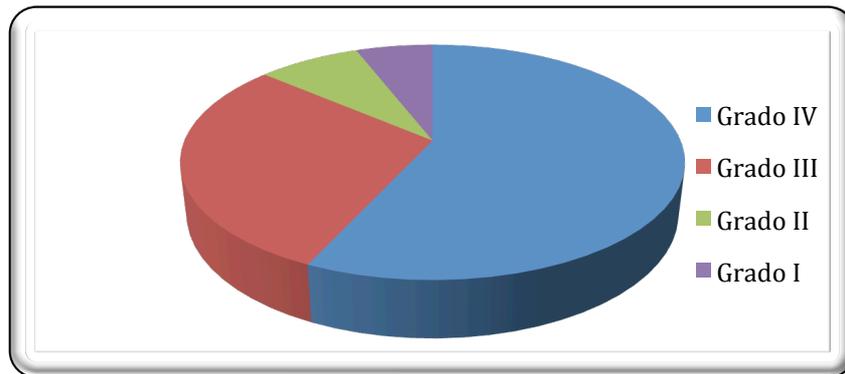
**Figura 63.** Diagrama de sectores de los tipos de glaucoma. GPAA: glaucoma primario de ángulo abierto. GCAC: glaucoma por cierre angular crónico. PSX: glaucoma pseudoexfoliativo. UVE: glaucoma uveítico. SDP: glaucoma por dispersión pigmentaria. CORT: glaucoma corticoideo.

Como expusimos previamente, todos los pacientes estaban sometidos a tratamiento médico de su proceso glaucomatoso. 11 ojos (21,6% de la muestra) estaban sometidos a dos fármacos, 32 ojos (62,7% de la muestra) a tres fármacos y 8 ojos (15,7% de la muestra) a 4 fármacos (figura 64). El tratamiento con cuatro fármacos se realizó únicamente como tratamiento puente hasta la cirugía y no como tratamiento crónico.



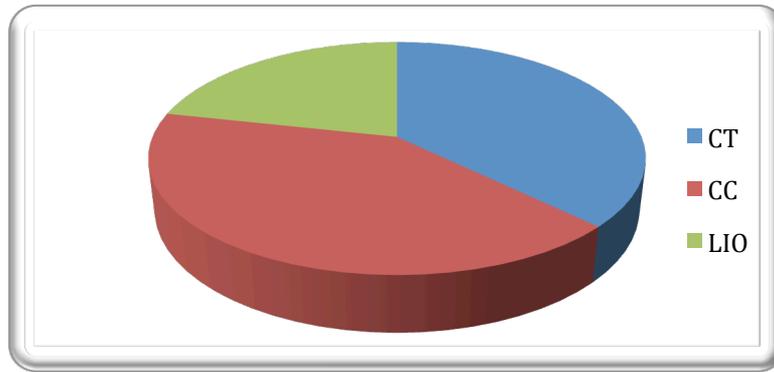
**Figura 64.** Diagrama de sectores de la distribución del número de fármacos.

La valoración gonioscópica del ángulo camerular previa a la cirugía fue la siguiente: 29 ojos (56,9% de la muestra) tenían un ángulo grado IV, 15 ojos (29,4% de la muestra) tenían un grado III, 4 (7,8% de la muestra) tenían un grado II y 3 (5,9% de la muestra) tenían un grado I (figura 65). Los pacientes que presentaban un ángulo grado I o II se le realizaba cirugía de facoemulsificación con implante de lente intraocular asociada a la cirugía de esclerectomía profunda no penetrante con espilonectomía para disminuir el riesgo de incarceration iridiana.



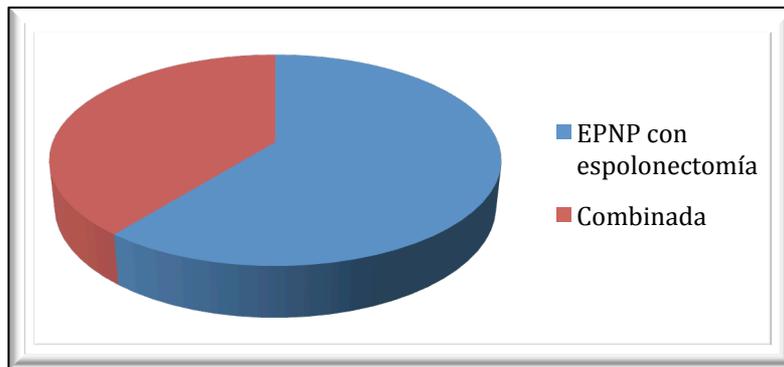
*Figura 65. Diagrama de sectores de la distribución del ángulo camerular.*

Se determinó el estado del cristalino de nuestra serie, mediante exploración con lámpara de hendidura, encontrándose 19 (37,3% de la muestra) cristalinos transparentes, 21 (41,2% de la muestra) ojos con cataratas y 11 (21,6% de la muestra) habían sido intervenidos de extracción de catarata con implante de lente intraocular. En el gráfico siguiente se observa la distribución de la situación del cristalino en la visita inicial.



**Figura 66.** Diagrama de sectores. Estado del cristalino en la visita inicial. CT: cristalino transparente. CC: cristalino con cataratas. LIO: lente intraocular

Las cirugías que se realizaron en los pacientes incluidos en nuestro estudio fueron la esclerectomía profunda no perforante con espilonectomía en 31 casos (60,8% de la muestra) y la cirugía combinada de facoemulsificación e implante de LIO más esclerectomía profunda no perforante con espilonectomía en 20 (39,2% de la muestra) (figura 67). En todos los casos se empleó el implante Esnoper V-2000.



*Figura 67. Diagrama de sectores de la distribución de cirugías realizadas.*

En la tabla 13 se exponen, a modo de resumen, los principales datos demográficos y preoperatorios de la muestra analizada.

**Tabla 13.** Datos demográficos y preoperatorios de la muestra

<b>N</b>	51
<b>Edad</b>	64 ± 14
<b>Sexo</b>	Hombre 29 (56,9%) Mujeres 22 (43,1%)
<b>Ojo</b>	Derecho: 27 (52,9%) Izquierdo: 24 (47,1%)
<b>Tipo de glaucoma</b>	GPAA: 32 (62,7%) SDP: 8 (15,7%) PSX: 5 (9,8%) GCAC: 3 (5,8%) UVE: 2 (3,8%) CORT: 1 (1,9%)
<b>PIO preoperatoria</b>	26 mmHg
<b>Número de fármacos</b>	2,9
<b>Tipo de cirugía</b>	EPNP espolonectomía: 31 (60,8%) Combinada: 20 (39,2%)
<b>Cristalino</b>	Transparente: 19 (37,3%) Cataratoso: 21 (41,2%) Pseudofaquia: 11 (21,6%)

*GPAA: glaucoma primario de ángulo abierto. GCAC: glaucoma por cierre angular crónico. PSX: glaucoma pseudoexfoliativo. UVE: glaucoma uveítico. SDP: glaucoma por dispersión pigmentaria. CORT: glaucoma corticoideo.*

## 2.- Eficacia de la técnica quirúrgica

### 2.1.- Agudeza visual

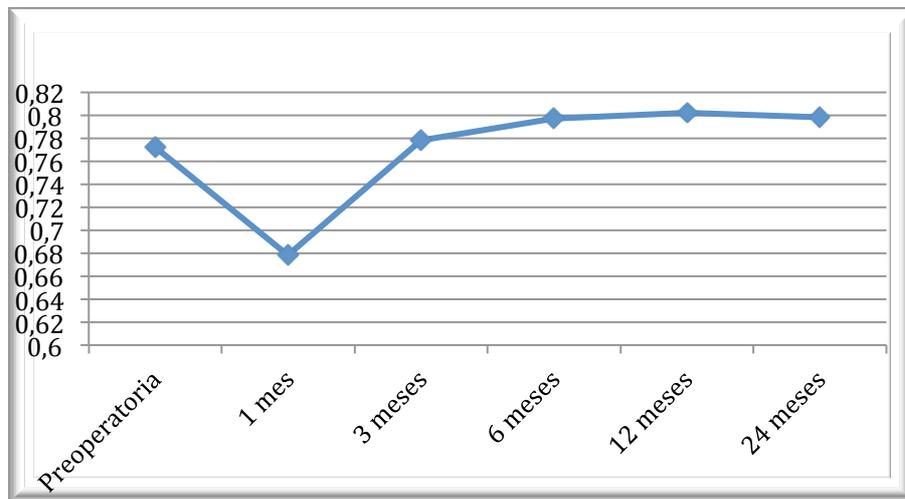
La determinación de la media de la mejor agudeza visual corregida (MAVC) en la valoración preoperatoria y en los distintos controles postoperatorios no ofreció diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0,109$ ; test de análisis de varianza), como se expone en la siguiente tabla:

**Tabla 14.** Media  $\pm$  DT de la MAVC en los distintos controles.

Preop.	1 mes	3 meses	6 meses	12 meses	24 meses
$0,7 \pm 0,2$	$0,6 \pm 0,2$	$0,7 \pm 0,2$	$0,80 \pm 0,2$	$0,80 \pm 0,2$	$0,8 \pm 0,2$

Ofrecemos también una representación gráfica de la evolución de la MAVC en los distintos controles, donde se aprecia un descenso de la media de la MAVC en el control postoperatorio realizado al mes de la cirugía. Posteriormente, en la visita de los tres meses la agudeza visual se iguala a la preoperatoria para, posteriormente,

estabilizarse en los controles de los 6, 12 y 24 meses. Debe valorarse la mejoría de la agudeza visual desde el estudio preoperatorio por la presencia en el grupo de pacientes intervenidos de cirugía combinada de EPNP con espolonectomía y cataratas, cuya finalidad además del control tensional es la mejoría de la agudeza visual.



**Figura 68.** Gráfico de línea de la evolución de la MAVC.

## 2.2.- Presión intraocular

La determinación de la media de la PIO en la valoración preoperatoria y en los distintos controles postoperatorios ofreció diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ; test de análisis de varianza), como se expone en la siguiente tabla:

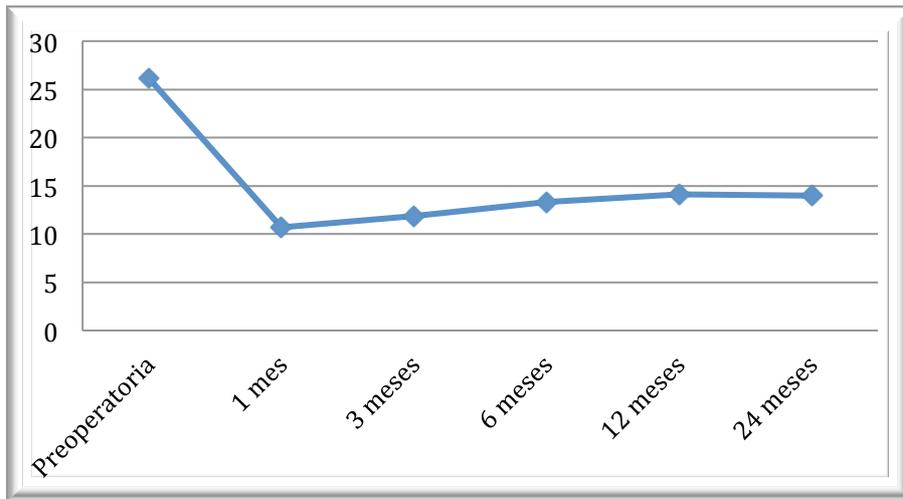
**Tabla 15.** Media  $\pm$  DT de la PIO en los distintos controles.

Preop	1 mes	3 meses	6 meses	12 meses	24 meses
26,2 $\pm$ 5,5	10,7 $\pm$ 3,9	11,9 $\pm$ 4,1	13,3 $\pm$ 3,2	14,1 $\pm$ 3,4	14,0 $\pm$ 2,7

Se realizó el análisis post-hoc para comparar las diferencias entre las medias de los grupos analizados por parejas, y los valores medios de la PIO, en todos los controles postoperatorios, fueron significativamente diferentes a los determinados preoperatoriamente ( $p < 0,001$ ; test de Bonferroni).

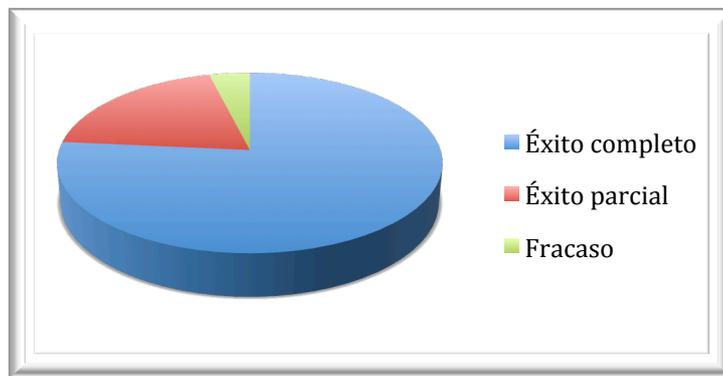
Ofrecemos también una representación gráfica de la evolución de la PIO en los distintos controles, donde se aprecia un importante descenso de la media de la PIO desde el primer control

postoperatorio al primer mes, con una posterior elevación de la línea, permaneciendo en valores medios inferiores a 15 mmHg a lo largo de todo el periodo de seguimiento establecido (figura 69).



**Figura 69.** Gráfico de línea. Evolución de la PIO medida en mmHg.

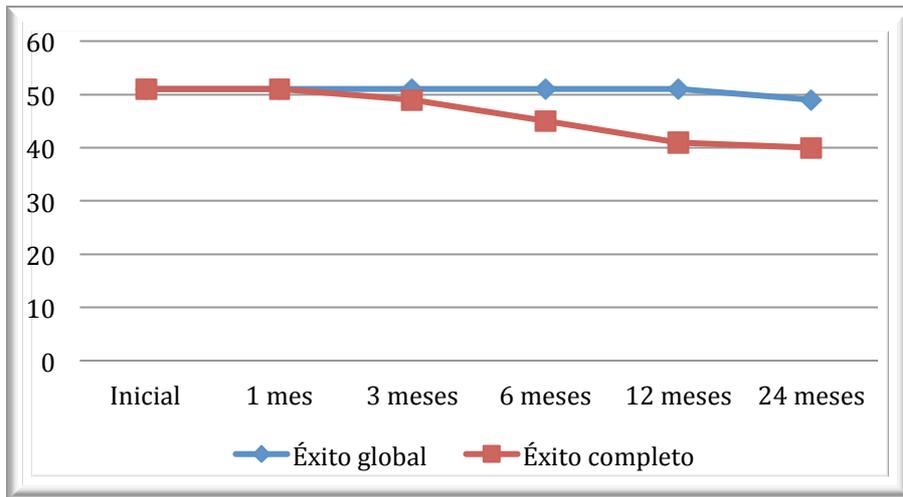
Hemos valorado el éxito de la cirugía a los 24 meses, según los criterios previamente expuestos. El éxito completo se ha logrado en 39 pacientes (76,4%) y el éxito parcial en otros 10 pacientes (19,6%), por lo que el éxito global es del 96,1%. El fracaso de la cirugía se da en 2 pacientes (3,9%). La media de colirios a los 24 meses era de 0,33.



**Figura 70.** Diagrama de sectores de la valoración del éxito quirúrgico a los 24 meses.

Del mismo modo, valoramos gráficamente el éxito de las cirugías realizadas, mediante un gráfico de línea, donde se exponen el

número de pacientes en los cuales logramos un éxito completo y global en los distintos controles postoperatorios (figura 71).



**Figura 71.** Gráfico de línea de la valoración del éxito en el control de la PIO.

Finalmente, segmentamos la muestra en función del tipo de técnica quirúrgica empleada y se determinaron las PIO medias preoperatorias y en el control a los 24 meses de los pacientes a

quienes realizamos EPNP con espolonectomía comparados con los pacientes a quienes realizamos cirugía combinada.

En la visita inicial, la PIO media  $\pm$  DT en los pacientes donde realizamos EPNP con espolonectomía fue de  $27,8 \pm 5,81$ , mientras que en los pacientes en quienes realizamos cirugía combinada fue de  $23,6 \pm 3,93$ , y esta diferencia fue estadísticamente significativa ( $p=0,006$ ; test t de Student de datos independientes).

Por el contrario, en el control a los 24 meses, la PIO media  $\pm$  DT en los pacientes donde realizamos EPNP con espolonectomía fue de  $13,9 \pm 3,32$ , mientras que en los pacientes a quienes realizamos cirugía combinada fue de  $14,2 \pm 1,51$ , y esta diferencia no fue estadísticamente significativa ( $p=0,659$ ; test t de Student de datos independientes).

### **2.3.- Tratamiento médico postoperatorio.**

Evaluamos también la necesidad de tratamientos suplementarios antiglaucomatosos tópicos para lograr un control satisfactorio de la PIO en los controles postoperatorios.

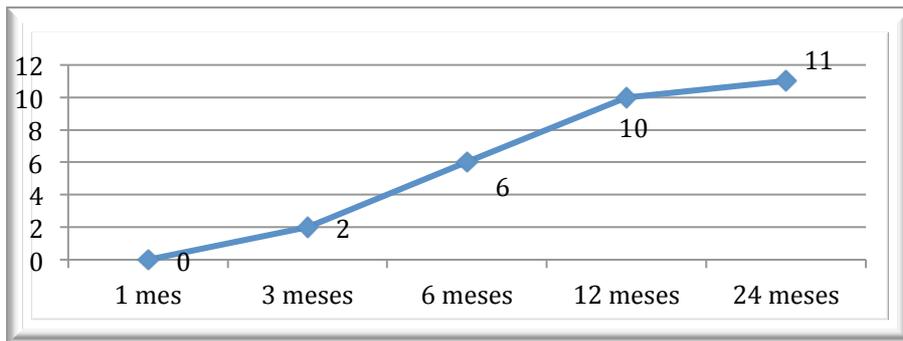
Al mes de la cirugía ningún paciente necesitó tratamiento médico. A los 3 meses, 2 pacientes (3,9% del total) precisaron tratamiento farmacológico tópico adicional para mantener el control de la PIO en los niveles deseados.

A los 6 meses, 6 pacientes (11,7% del total) necesitaron tratamiento médico, a los 12 meses, 10 (19,6% del total) y a los dos años, 11 (21,5% del total). De estos pacientes, 3 llevaban dos principios activos. Las diferencias de número de fármacos entre la valoración preoperatoria y el control a los 24 meses es estadísticamente significativa ( $P < 0,005$ ). En la siguiente tabla se muestran el promedio de tratamientos tópicos instaurados en los pacientes para el control de la PIO a los niveles deseados:

**Tabla 16.** Media del número de fármacos en los distintos controles.

Preoperatoria	1 mes	3 meses	6 meses	12 meses	24 meses
2,94	0,00	0,04	0,12	0,26	0,33

Presentamos también la gráfica de línea, donde se muestra el número de pacientes que precisaron tratamiento médico adicional para mantener un control satisfactorio de la PIO a lo largo del periodo de seguimiento. Se observa que la mayoría de los tratamientos se instauraron a los 6 y a los 12 meses (figura 73).



**Figura 72.** Gráfico de línea del número de pacientes con tratamiento tópico antiglaucomatoso.

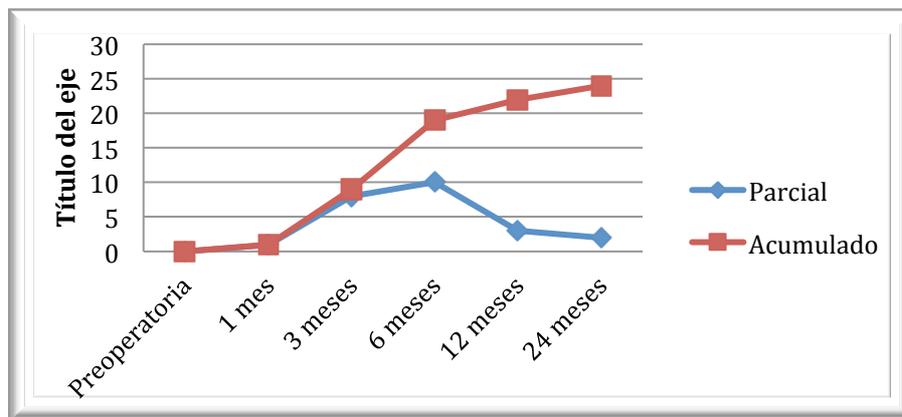
## 2.4.- Goniopunción en la MTD

La punción de la MTD para lograr un mejor control de los pacientes, se realizó en un total de 24 ojos (tabla 17).

**Tabla 17.** Punciones de la MTD en los distintos controles.

Preoperatoria	1 mes	3 meses	6 meses	12 meses	24 meses
	1	8	10	3	2

En la siguiente gráfica se muestran el número de punciones en cada control y el total acumulado. La mayoría de las punciones se realizaron en los controles a los 3 y a los 6 meses.



**Figura 73.** Gráfico de línea parcial y acumulada de la punción de la MTD.

### 2.5.- *Needling* de la ampolla

Se realizó un *needling* de la ampolla en 2 pacientes (3,9%). En ambos casos se empleó 0,1 ml de MMC al 0,02%. En uno de los pacientes el resultado fue exitoso, mientras que el otro paciente necesitó una nueva cirugía para conseguir el correcto control terapéutico.

En la tabla 18 se muestra, a modo de resumen, las actuaciones postoperatorias que han sido necesarias para el control tensional.

**Tabla 18.** Actuaciones postoperatorias totales en la serie.

<b>Goniotomía</b>	24 (47%)
<i>Needling</i>	2 (3,9%)
<b>Fármacos</b>	11 (21,5%)
<b>Reintervención</b>	1 (1,9%)

### **3.- Seguridad de la técnica quirúrgica**

La cirugía del glaucoma no está exenta de complicaciones, aún en cirujanos habituados a este tipo de cirugía, con independencia de la técnica empleada. Uno de los objetivos de este trabajo es valorar que complicaciones aparecen en la EPNP con espolonectomía, así como la frecuencia y severidad de las mismas.

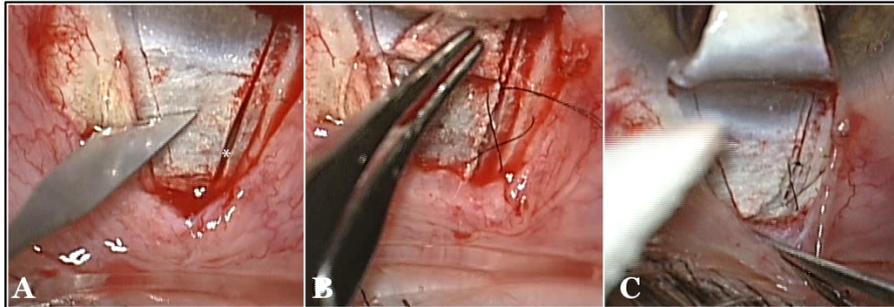
Por esto, se recogen las complicaciones intraoperatorias y postquirúrgicas precoces o tardías registradas en la evolución de la muestra.

#### **3.1.- Complicaciones intraoperatorias**

Hemos considerado complicaciones intraoperatorias a aquellos acontecimientos no deseables que ocurren durante la intervención pero que no impiden la realización de la cirugía. Los pacientes que tuvieron una complicación que obligó a variar el tipo de

técnica quirúrgica quedaron excluidos de la muestra (un caso por reconversión a trabeculectomía).

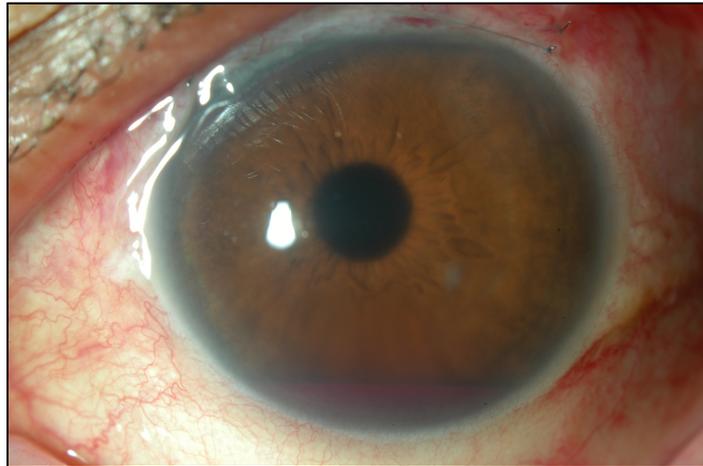
Las complicaciones intraoperatorias que encontramos fueron: microperforación con rotura de la MTD y salida de humor acuoso o viscoelástico en 3 pacientes (5,8 % del total) y herniación coroidea en dos pacientes, el primero (1,9 % del total) durante la fase de tallado con el cuchillete (figura 74) y el segundo (1,9 % del total de la serie) durante la disección del tapete.



**Figura 74.** *Herniación coroidea. A: al tallar el tapete escleral profundo la incisión llega al cuerpo ciliar, visible en la incisión. Este hecho aporta inestabilidad al posterior tallado del tapete, por lo que se solucionó antes de continuar la cirugía. B: se realiza una sutura en cruz con Nylon 10-0. C: resuelta la complicación, se continúa con la cirugía.*

### 3.2.- Complicaciones postoperatorias precoces

Las complicaciones precoces son aquellas que ocurren durante el primer mes del postoperatorio. En nuestra serie nos encontramos con Seidel a las 24 horas en 2 pacientes (3,9 % del total), hiphema en 3 pacientes (5,8 % del total) (figura 75), necesidad de tratar mediante una goniopuntura precoz en 1 paciente (1,9 % del total) y desprendimiento coroideo asintomático en 1 paciente (1,9 % del total).



*Figura 75. Hiphema de 1,5 mm en el postoperatorio precoz.*

### 3.3.- Complicaciones postoperatorias tardías

En este grupo se reúnen los procesos adversos que ocurren a partir del primer mes y que pueden achacarse a la técnica quirúrgica. En nuestra serie tuvimos enclavamiento iridiano en 1 paciente (1,9% del total), ampolla disestésica (figura 76) en 1 paciente (1,9% del total), ampolla gigante en 1 paciente (1,9% del total) y maculopatía hipotónica en 1 paciente (1,9% del total). Ninguna de estas complicaciones supuso la pérdida de función visual.



*Figura 76. Ampolla disestésica, adelgazada y avascular en su zona inferior.*

En la tabla 19 se resumen las complicaciones postoperatorias encontradas.

**Tabla 19.** Complicaciones postoperatorias de la serie

<b>Intraoperatorias</b>
Microperforación: 3 (5,8%)
Hernia ciliar: 1 (1,9%)
Perforación escleral: 1 (1,9%)
<b>Precoces</b>
Seidel 24 h: 2 (3,9%)
Hiphema: 3 (5,8%)
Goniotomía precoz: 1 (1,9%)
Desprendimiento coroideo: 1 (1,9%)
<b>Tardías</b>
Enclavamiento: 1 (1,9%)
Ampolla disestésica: 1 (1,9%)
Ampolla gigante: 1 (1,9%)
Maculopatía hipotónica: 1 (1,9%)

---

#### **4. Estudio descriptivo de las ampollas de filtración mediante lámpara de hendidura**

Se presentan a continuación las características de las distribuciones de frecuencia de las variables categóricas analizadas y las correspondientes tablas de contingencia, junto con el estadístico Chi cuadrado, así como el coeficiente de variación y el coeficiente de dispersión centrado en la mediana, evaluando la posible influencia de estas variables sobre el control de la PIO en los distintos controles postoperatorios.

Se realiza un estudio de la altura de la ampolla de filtración, de la extensión y de la vascularización de la misma a los 3, 6, 12 y 24 meses para poder analizar la tendencia de progresión de estos parámetros, así como las presiones intraoculares en cada uno de los grupos e, igualmente, la progresión de estos valores en relación al parámetro estudiado.

#### **4.1.- Altura de la ampolla de filtración**

La altura de la ampolla de filtración, valorando la elevación de la conjuntiva en la zona de la cirugía, de acuerdo a los criterios de la clasificación de Indiana, mostró una distribución de frecuencias diferente en los distintos controles postoperatorios, con un p valor para la Chi cuadrado de Pearson = 0,008. El coeficiente de dispersión (CD) fue de 0,958 y el coeficiente de variación (CV) centrado en la mediana fue de 133,2% (tabla 20).

Por lo tanto, podemos afirmar que, en nuestra serie, la altura de la ampolla de filtración presentó una distribución diferente en los controles postoperatorios realizados a partir del tercer mes, observándose que en los controles a los 3 y 6 meses la frecuencia más elevada la presentaban las “ampollas con elevación moderada” mientras que en los controles a los 12 y 24 meses la frecuencia más elevada estaba en las “ampollas con elevación leve”.

Se aprecia, por tanto, una tendencia hacia el aplanamiento de la ampolla a lo largo del periodo de observación.

Si sumamos los grupos de “ampolla plana” y “leve”, se aprecia la modificación desde 20 casos en el mes 3, hasta 38 en el mes 24.

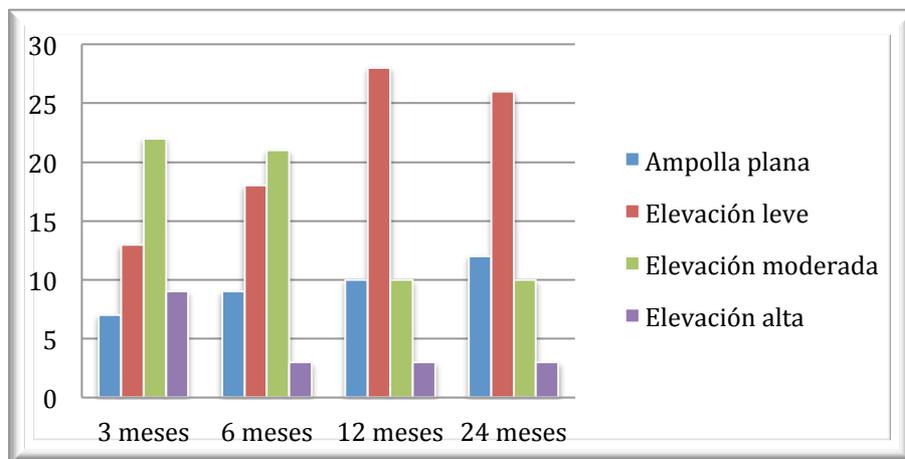
La ampolla menos frecuente, salvo en el primer control realizado a los 3 meses, es la alta o prominente.

**Tabla 20.** Distribuciones de frecuencia de la variable “altura de la ampolla de filtración” en los distintos controles postoperatorios.

	Elevación de la ampolla				Total	CD	CV
	plana	leve	moderada	alta			
Mes 3	7	13	22	9	51	0,35	56%
Mes 6	9	18	21	3	51	0,45	66%
Mes 12	10	28	10	3	51	0,17	31%
Mes 24	12	26	10	3	51	0,18	32%

CD: coeficiente de dispersión. CV: coeficiente de variación.

Se expone también un diagrama de columnas de la distribución de la variable “altura de la ampolla de filtración” en los distintos controles postoperatorios, donde se aprecia gráficamente lo que hemos comentado sobre el paulatino aplanamiento de la ampolla de filtración, pero apreciando que las ampollas de elevación alta se mantienen estables desde el mes 6.



**Figura 77.** Diagrama de columnas de la distribución de la variable “altura de la ampolla de filtración” en los distintos controles postoperatorios.

Por otra parte, la altura de la ampolla de filtración no condicionó diferencias significativas de los valores de la media de la PIO en

los distintos subgrupos en los diferentes controles postoperatorios, dado que ningún p-valor mostró valores significativos, como se expone en la tabla siguiente:

**Tabla 21.** Valores de la PIO (media  $\pm$  DT) en función de la “altura de la ampolla de filtración” en los distintos controles postoperatorios.

	PIO				p-valor
	Plana	Leve	Moderada	Alta	
Mes 3	12,8 $\pm$ 4,1	11,3 $\pm$ 4,1	12,9 $\pm$ 4,2	9,2 $\pm$ 2,8	0,126
Mes 6	15,6 $\pm$ 2,8	13,7 $\pm$ 3,7	12,6 $\pm$ 2,8	11,0 $\pm$ 1,7	0,083
Mes 12	14,8 $\pm$ 3,4	14,5 $\pm$ 3,2	13,7 $\pm$ 4,0	10,3 $\pm$ 2,5	0,222
Mes 24	14,9 $\pm$ 3,7	13,9 $\pm$ 2,5	13,8 $\pm$ 1,0	12,0 $\pm$ 3,6	0,421

#### 4.2.- Extensión de la ampolla de la filtración

La extensión de la ampolla de filtración, medida en horas de reloj, de acuerdo a los criterios de la clasificación de Indiana, mostró una distribución de frecuencias diferente en los distintos controles postoperatorios, con un p valor para la Chi cuadrado de Pearson = 0,001. El coeficiente de dispersión fue de 0,971 y el coeficiente de variación centrado en la mediana fue de 135,9%.

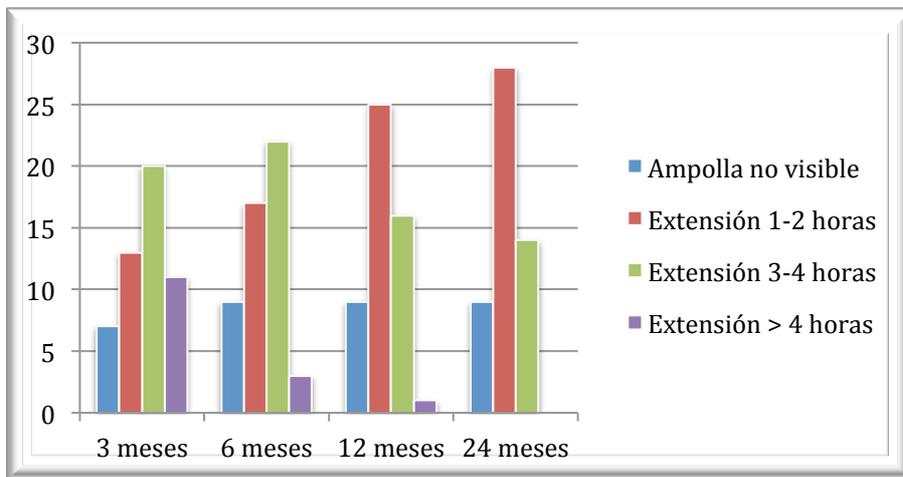
Por lo tanto en nuestra serie, la extensión de la ampolla de filtración presentó una distribución distinta en los controles postoperatorios realizados a partir del tercer mes, observándose que en los controles a los 3 y 6 meses la mayor frecuencia la presentaban las “ampollas con extensión entre 3-4 horas” mientras que en los controles a los 12 y 24 meses la frecuencia más elevada estaba en las “ampollas con extensión entre 1-2 horas”. Se aprecia, por tanto, una tendencia hacia el estrechamiento de la ampolla. (tabla 22).

**Tabla 22.** Distribuciones de frecuencia de la variable “extensión de la ampolla de filtración” en los distintos controles postoperatorios.

	Extensión de la ampolla				Total	CD	CV
	0	1-2 h	3-4 h	>4 h			
Mes 3	7	13	20	11	51	0,37	57%
Mes 6	9	17	22	3	51	0,43	65%
Mes 12	9	25	16	1	51	0,20	33%
Mes 24	9	28	14	0	51	0,17	30%

h: horas. CD: coeficiente de dispersión. CV: coeficiente de variación.

Se expone también un diagrama de columnas de la distribución de la variable “extensión de la ampolla de filtración” en los distintos controles postoperatorios donde, al igual que en los gráficos anteriores se aprecia la tendencia a la reducción en la extensión de la ampolla de filtración subconjuntival, si bien el porcentaje de ampollas no visibles se mantiene estable desde el mes 6.



**Figura 78.** Diagrama de columnas de la distribución de la variable “extensión de la ampolla de filtración” en los distintos controles postoperatorios.

Por otra parte, la extensión de la ampolla de filtración tampoco condicionó diferencias significativas de los valores de la media de la PIO en los distintos subgrupos y en los distintos controles postoperatorios, dado que ningún p-valor mostró valores significativos, como se expone en la tabla siguiente:

**Tabla 23.** Valores de la PIO (media  $\pm$  DT) en función de la “extensión de la ampolla de filtración” en los distintos controles postoperatorios.

	PIO				p-valor
	0 horas	1-2 horas	3-4 horas	> 4 horas	
Mes 3	12,8 $\pm$ 4,1	12,8 $\pm$ 4,0	11,7 $\pm$ 4,0	10,3 $\pm$ 4,3	0,495
Mes 6	15,8 $\pm$ 2,8	12,1 $\pm$ 2,8	13,6 $\pm$ 3,5	12,3 $\pm$ 2,0	0,086
Mes 12	14,5 $\pm$ 3,6	13,7 $\pm$ 2,6	15,0 $\pm$ 4,2	8	0,206
Mes 24	14,8 $\pm$ 4,4	13,8 $\pm$ 2,2	13,7 $\pm$ 2,3	14,0 $\pm$ 2,7	0,632

#### **4.3.- Vascularización de la ampolla de filtración**

La vascularización de la ampolla de filtración, valorada mediante lámpara de hendidura y de acuerdo a los criterios de la Clasificación de Indiana, mostró una distribución de frecuencias diferente en los distintos controles postoperatorios, con un p valor para la Chi cuadrado de Pearson  $< 0,001$ . El coeficiente de dispersión (CD) fue de 1,085 y el coeficiente de variación (CV) centrado en la mediana fue de 154,4%.

Por lo tanto, podemos afirmar que, en nuestra serie, la vascularización de la ampolla de filtración presentó una distribución diferente en los controles postoperatorios.

Así en el control realizado en el tercer mes, se observaba una frecuencia similar entre las ampollas con vascularización leve y las ampolla que presentaban una vascularización moderada, con tan sólo un caso de vascularización prominente, mientras que a partir del sexto mes y hasta el último control a los 24 meses, las ampollas en la mayoría de los casos tenían vascularización leve.

Al igual que en los parámetros de altura y extensión, se aprecia una tendencia hacia la disminución de la vascularización de la ampolla a lo largo del periodo de seguimiento (tabla 24).

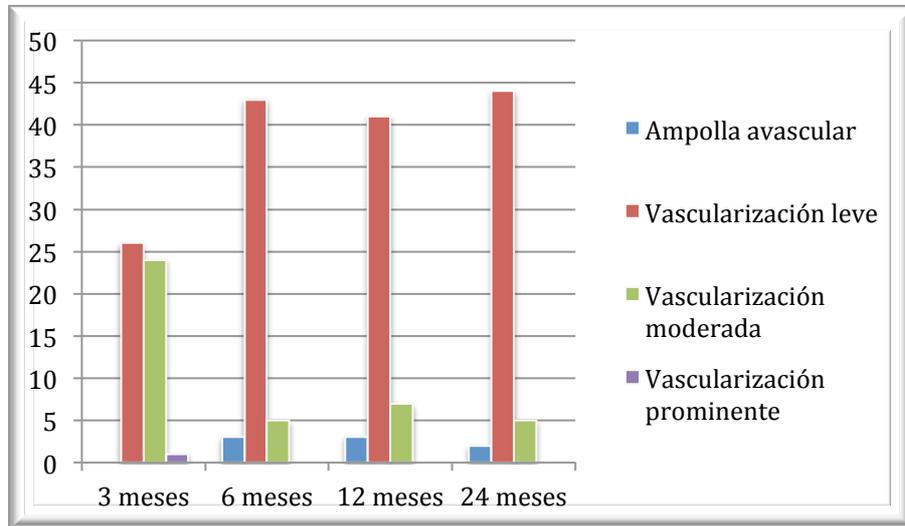
**Tabla 24.** Distribuciones de frecuencia de la variable “vascularización de la ampolla de filtración” en los distintos controles postoperatorios.

	Vascularización de la ampolla				Total	CD	CV
	Avascular	Leve	Moderada	Prominente			
Mes 3	0	26	24	1	51	0,24	35%
Mes 6	3	43	5	0	51	0,44	15%
Mes 12	3	41	7	0	51	0,07	19%
Mes 24	2	44	5	0	51	0,04	14%

CD: coeficiente de dispersión. CV: coeficiente de variación.

Se expone también un diagrama de columnas de la distribución de la variable “vascularización de la ampolla de filtración” en los distintos controles postoperatorios, donde se aprecia gráficamente lo antes expuesto (figura 79). Destaca la gran diferencia entre el

valor vascularización leve del resto, siendo anecdótica la presencia de una vascularización prominente.



**Figura 79.** Diagrama de columnas de la distribución de la variable “vascularización de la ampolla de filtración” en los distintos controles postoperatorios.

Por otra parte, la vascularización de la ampolla de filtración tampoco condicionó diferencias significativas de los valores de la media de la PIO en los distintos subgrupos y en los distintos

controles postoperatorios, dado que ningún p-valor mostró valores significativos, como queda reflejado en la tabla siguiente:

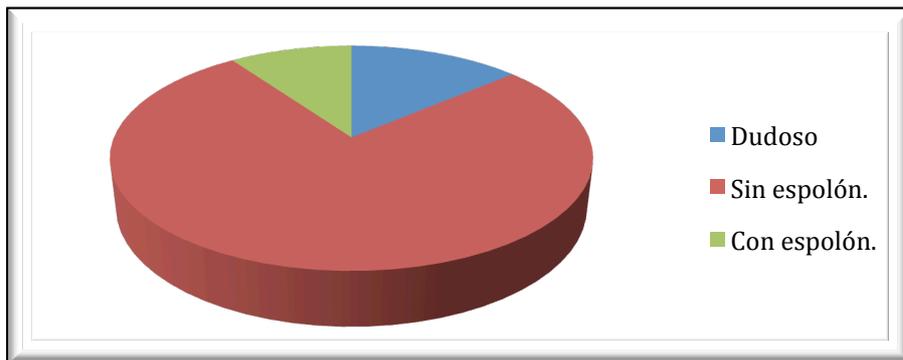
**Tabla 25.** Valores de la PIO (media  $\pm$  DT) en función de la “vascularización de la ampolla de filtración” en los distintos controles postoperatorios.

	PIO				p-valor
	Avascular	Leve	Moderada	Prominente	
Mes 3	-	11,8 $\pm$ 4,0	11,7 $\pm$ 4,3	12	0,995
Mes 6	14,6 $\pm$ 1,5	13,6 $\pm$ 3,2	9,5 $\pm$ 2,6	-	0,068
Mes 12	13,6 $\pm$ 2,8	14,1 $\pm$ 3,7	14,2 $\pm$ 1,9	-	0,967
Mes 24	13,5 $\pm$ 2,1	14,0 $\pm$ 2,8	13,7 $\pm$ 1,2	-	0,941

Debemos comentar que, en la Clasificación de Indiana se valora también la existencia de Seidel, determinada por la salida de humor acuoso a través de las paredes de la ampolla estudiada mediante fluoresceína. En el presente estudio esta variable no ha sido analizada, dado que este hallazgo tan sólo se apreció en dos paciente en la revisión de las 24 horas.

### 5.- Visualización gonioscópica del espolón escleral

Se determinó la extirpación del espolón escleral durante la cirugía mediante la visualización gonioscópica del ángulo camerular en los controles postoperatorios, comprobándose que no se apreciaba la existencia del espolón en el 76,5% de los pacientes, se apreciaba el espolón en el 9,8% de los pacientes, y la observación no pudo determinar la presencia o no de espolón en el 13,7% de los pacientes.

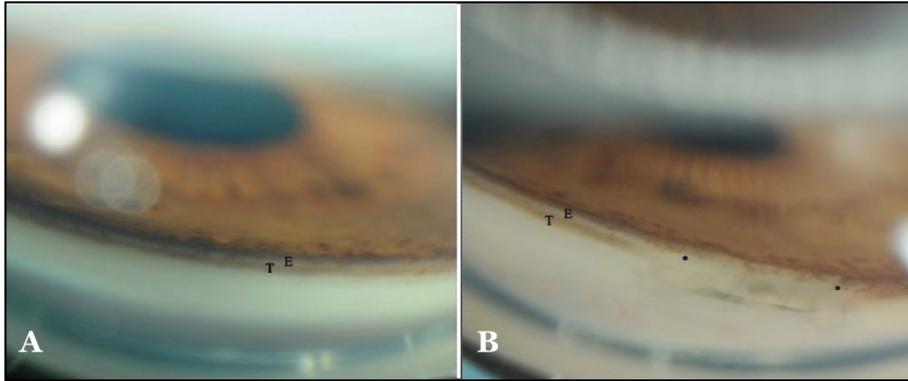


*Figura 80. Diagrama de sectores. Distribución de la visualización gonioscópica postoperatoria del espolón escleral.*

Se segmentó la muestra en subgrupos, en función de la presencia del espolón escleral en la gonioscopia, y los valores medios de la PIO no mostraron diferencias estadísticamente significativas en los controles postoperatorios, como se expone en la tabla siguiente:

**Tabla 26.** Valores medios de la PIO en función de la presencia del espolón escleral determinada mediante gonioscopia en los distintos controles postoperatorios.

	PIO			p-valor
	Dudoso	Sin espolón escleral	Con espolón escleral	
Mes 6	14,2 ± 4,3	13,1 ± 3,1	13,4 ± 2,1	0,714
Mes 12	14,0 ± 3,6	14,0 ± 3,3	15,6 ± 5,8	0,630
Mes 24	13,7 ± 2,4	14,0 ± 2,9	14,0 ± 2,7	0,950



**Figura 81.** Gonioscopia pre y postoperatoria de EPNP con espolonectomía. A. Imagen preoperatoria del sector superior de uno de los pacientes intervenidos mediante espolonectomía. Se diferencia el espolón escleral (E) y el trabeculum (T). B. Imagen postoperatoria del mismo paciente en el que se aprecia la interrupción de ambas estructuras al llegar a la MTD donde por transparencia se visualiza el implante Esnoper V-2000®.

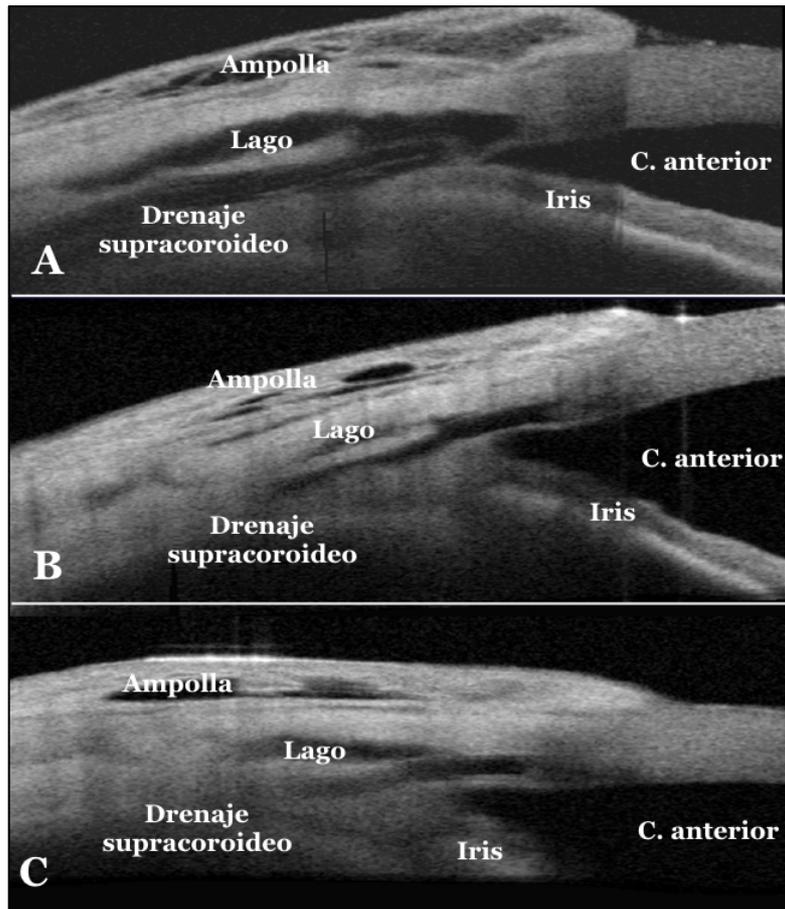
## 6.- Estudio descriptivo mediante OCT-SA

Empleamos la OCT-SA en los controles postoperatorios realizados a los 6, 12 y 24 meses desde la realización de la cirugía, evaluándose específicamente el lugar concreto de la cirugía (figura 82).

Se valora la ampolla filtración subconjuntival, analizando el tipo de ampolla formada y para ello evaluamos la densidad, forma y tamaño del tejido subconjuntival para su catalogación como hipo o hiperreflectiva, plana o encapsulada.

La altura del lago escleral determinada en milímetros por el *caliper* del Visante®.

Por último se analiza la presencia de flujo supracoroideo, eligiendo para ello la imagen que mejor muestra esta zona.



**Figura 82.** Control evolutivo mediante OCT-SA. A: examen realizado a los 6 meses donde se diferencian las tres vías de drenaje. B: a los 12 meses disminuye la altura de la ampolla pero persisten el flujo subconjuntival y supracoroideo. C: examen a los 24 meses con características similares al anterior, aunque el flujo supracoroideo pasa a ser difuso.

### 6.1.- Ampolla de filtración

Se valoraron las imágenes del OCT-SA de las ampollas de filtración a nivel subconjuntival y se clasificaron en cuatro patrones: hiporreflectiva, hiperreflectiva, plana o encapsulada. Se determinaron las posibles variaciones de los mismos a lo largo del periodo de seguimiento, sin apreciarse diferencias significativas en la distribución de frecuencias en el periodo de seguimiento, con un p valor para la Chi cuadrado de Pearson = 0,419.

**Tabla 27.** Distribuciones de frecuencia de los patrones de ampolla de filtración subconjuntival mediante OCT-SA en los distintos controles postoperatorios.

	Patrón de OCT-SA subconjuntival				Total
	Hipo	Hiper	Plana	Encapsulada	
Mes 6	30	5	14	1	51
Mes 12	22	8	20	1	51
Mes 24	20	5	25	1	51

Hipo: hiporreflectiva. Hiper: hiperreflectiva

Se segmentó la muestra en función de la clasificación de las ampollas subconjuntivales de filtración en la OCT-SA, y los

valores medios de la PIO mostraron diferencias estadísticamente significativas en el control realizado a los 6 meses, donde el subgrupo de pacientes con “ampolla encapsulada” presentaba un valor de PIO significativamente mayor que el resto de los grupos, como se expone en la tabla 28.

**Tabla 28.** Valores medios de la PIO para los distintos patrones de ampolla de filtración subconjuntival mediante OCT-SA en los distintos controles postoperatorios.

	Patrón de OCT-SA subconjuntival				p-valor
	Hipo	Hiper	Plana	Encap	
Mes 6	12,7 ± 2,8	13,0 ± 0,7	14,1 ± 3,7	23	0,012
Mes 12	13,6 ± 3,4	13,3 ± 2,7	14,8 ± 3,6	20	0,210
Mes 24	13,2 ± 2,5	15,0 ± 2,0	14,3 ± 2,9	16	0,362

Hipo: hiporreflectiva. Hiper: hiperreflectiva. Encap: encapsulada

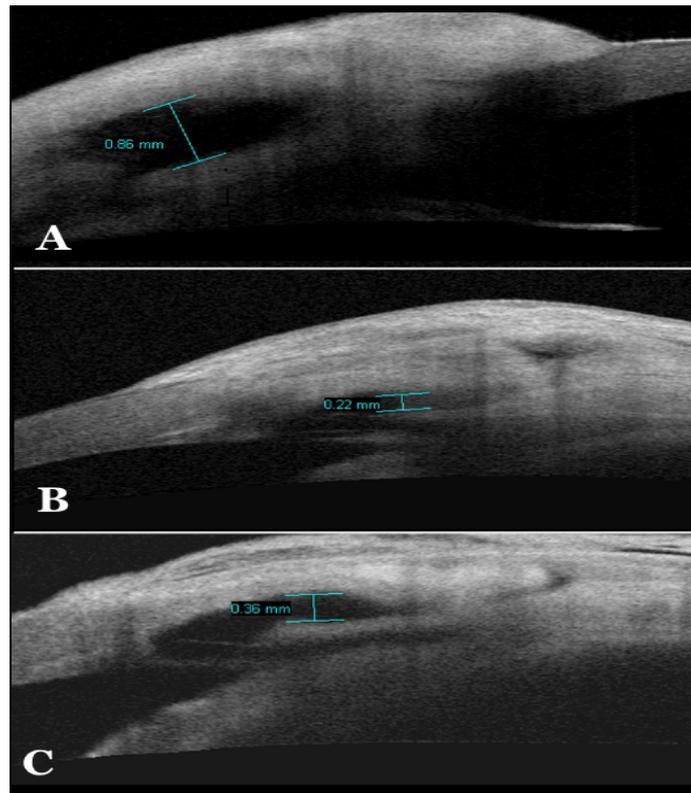
Debemos reseñar el posible sesgo condicionado por el hecho de que, el subgrupo de pacientes con “ampolla encapsulada” sólo presentaba un paciente, aunque el valor de la PIO era claramente superior al resto de los subgrupos.

### 6.2.- Altura del lago escleral

Se determinó la altura del lago escleral mediante OCT-SA en los controles postoperatorios realizados a partir del sexto mes (tabla 29). La altura del lago escleral a los 6 meses fue de  $0,477 \pm 0,30$  mm, en el 12º mes fue de  $0,458 \pm 0,27$  mm y en el control a los 24 meses de la cirugía fue de  $0,468 \pm 0,35$  mm. Estas diferencias en la altura del lago escleral en los controles postoperatorios no ofrecieron diferencias significativas en sus medias ( $p=0,954$ ; ANOVA).

**Tabla 29.** Altura de lago escleral (mm)

6 meses	12 meses	24 meses	
$0,477 \pm 0,30$	$0,458 \pm 0,27$	$0,468 \pm 0,35$	$p=0,954$

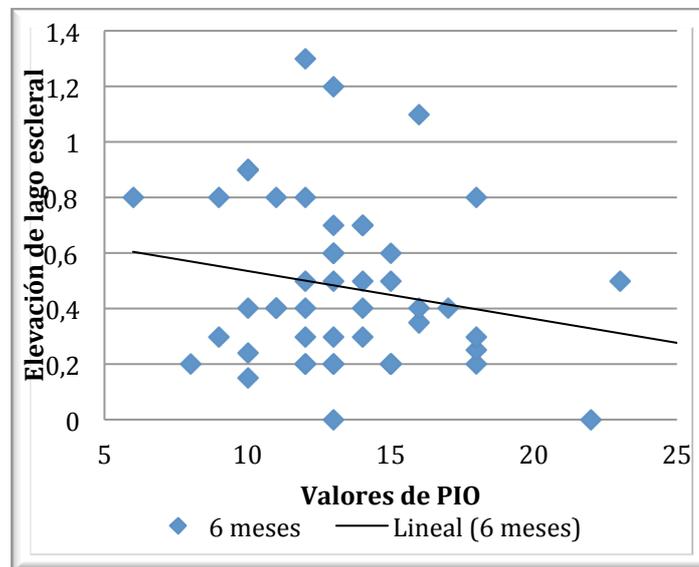


**Figura 83.** *Altura del lago escleral. Se muestran tres ejemplos de medición con el calíper que incorpora el Visante®.*

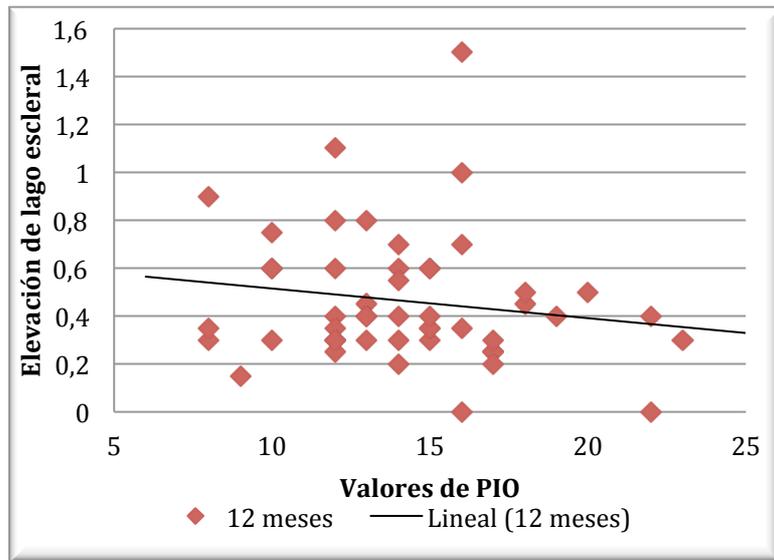
Se determinó también la posible correlación entre la altura del lago escleral y los valores de PIO en los controles postoperatorios, mediante el coeficiente de correlación de Pearson, y la correlación resultó significativa, siendo inversamente proporcional (es decir, a

menor lago escleral, mayor PIO) con un valor de  $-0,156$  ( $p=0,029$ ).

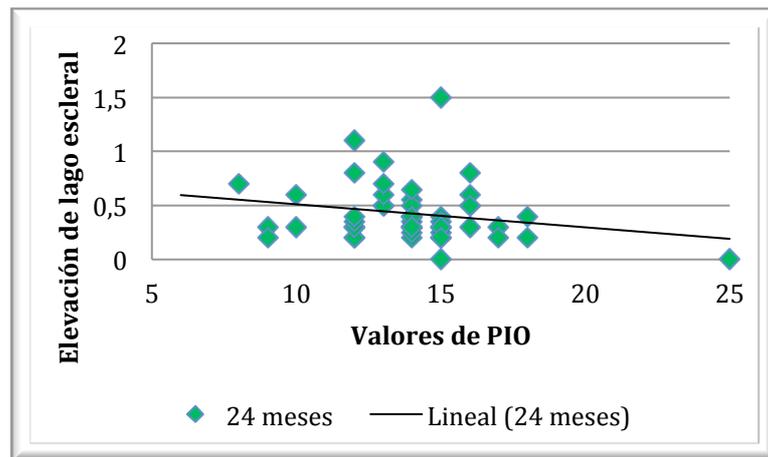
Se expone el gráfico de dispersión de puntos, junto con la línea de tendencia, donde se demuestra gráficamente la correlación inversamente proporcional entre la altura del lago escleral y los valores de la PIO en los controles a los 6, 12 y 24 meses (figuras 84-86).



**Figura 84.** Gráfico de dispersión de puntos de la relación entre los valores de altura del lago escleral (en ordenadas) y la PIO (en abscisas) a los 6 meses.



**Figura 85.** Gráfico de dispersión de puntos de la relación entre los valores de altura del lago escleral (en ordenadas) y la PIO (en abscisas) a los 12 meses.



**Figura 86.** Gráfico de dispersión de puntos de la relación entre los valores de altura del lago escleral (en ordenadas) y la PIO (en abscisas) a los 24 meses.

Por otra parte, se determinó si la altura media del lago escleral en los controles a los 6, 12 y 24 meses era diferente en función del tipo de técnica quirúrgica realizada. En el control a los 6 meses, los pacientes donde realizamos EPNP con espolonectomía tenían una altura media de  $0,52 \pm 0,30$  mm., mientras que los pacientes con cirugía combinada tenían una altura media de  $0,41 \pm 0,28$  mm., y esta diferencia no era estadísticamente significativa ( $p=0,210$ ; test t de Student de muestras independientes).

En el control a los 12 meses, los pacientes donde realizamos EPNP con espolonectomía tenían una altura media de  $0,48 \pm 0,27$  mm., mientras que los pacientes con cirugía combinada tenían una altura media de  $0,41 \pm 0,26$  mm., y esta diferencia no era estadísticamente significativa ( $p=0,344$ ; test t de Student de muestras independientes).

Finalmente, en el control a los 24 meses, los pacientes donde realizamos EPNP con espolonectomía tenían una altura media de  $0,49 \pm 0,40$  mm., mientras que los pacientes con cirugía combinada tenían una altura media de  $0,42 \pm 0,25$  mm., y esta

diferencia no era estadísticamente significativa ( $p=0,503$ ; test t de Student de muestras independientes).

En consecuencia, la altura media del lago escleral fue mayor en los pacientes donde realizamos EPNP con espolonectomía frente a los pacientes en quienes realizamos cirugía combinada, en los tres controles postoperatorios evaluados, pero las diferencias en las medias no se mostraron como estadísticamente significativas en ningún de los controles.

### **6.3.- Espacio supracoroideo**

Se valoró la presencia del espacio supracoroideo en los pacientes, clasificando la presencia en los subgrupos comentados anteriormente en función de las características de los hallazgos encontrados: flujo en lámina, flujo en pico y flujo difuso. En los casos en los que no era posible encontrar la presencia de flujo supracoroideo se catalogaba como ausencia de flujo.

Asimismo se determinaron las posibles variaciones en los patrones de este espacio a lo largo del periodo de seguimiento, sin apreciarse diferencias significativas en la distribución de frecuencias durante esta fase del estudio, con un p valor para la Chi cuadrado de Pearson = 0,526.

**Tabla 30.** Distribuciones de frecuencia de los patrones de flujo supracoroideo mediante OCT-SA en los distintos controles postoperatorios.

	Patrón de OCT-SA supracoroideo				Total
	Ausencia de flujo	Flujo laminar	Flujo en pico	Flujo difuso	
Mes 6	7	9	20	15	51
Mes 12	7	11	13	20	51
Mes 24	9	5	15	22	51

Se segmentó la muestra en función del aspecto del espacio supracoroideo en la OCT-SA, y los valores medios de la PIO mostraron diferencias estadísticamente significativas en los tres controles postoperatorios, donde el subgrupo de pacientes con

“ausencia de flujo” presentaban valores de PIO significativamente mayores que el resto de los grupos, como se expone en la tabla 31.

**Tabla 31.** Valores medios de la PIO para los distintos patrones de flujo supracoroideo mediante OCT-SA en los distintos controles postoperatorios.

	PIO				p-valor
	Ausencia de flujo	Flujo laminar	Flujo en pico	Flujo difuso	
Mes 6	16,5 ± 4,8	11,6 ± 3,1	12,7 ± 2,9	13,6 ± 1,8	0,018
Mes 12	17,2 ± 5,0	13,0 ± 2,3	12,7 ± 2,4	14,6 ± 3,3	0,021
Mes 24	16,0 ± 4,1	11,4 ± 2,4	13,2 ± 2,3	14,3 ± 1,8	0,013

El análisis post-hoc de las comparaciones múltiples, que valora las diferencias entre las medias en los distintos subgrupos, mostró que, en el control realizado a los 6 meses, las diferencias significativas se hallaban entre los pacientes con “ausencia de flujo” y los pacientes con “flujo laminar” ( $p=0,018$ ; test de Bonferroni), y los pacientes con “ausencia de flujo” y los pacientes

con “flujo en pico” ( $p=0,044$ ; test de Bonferroni), mientras que las diferencias de los valores de PIO entre los otros grupos no mostró diferencias significativas.

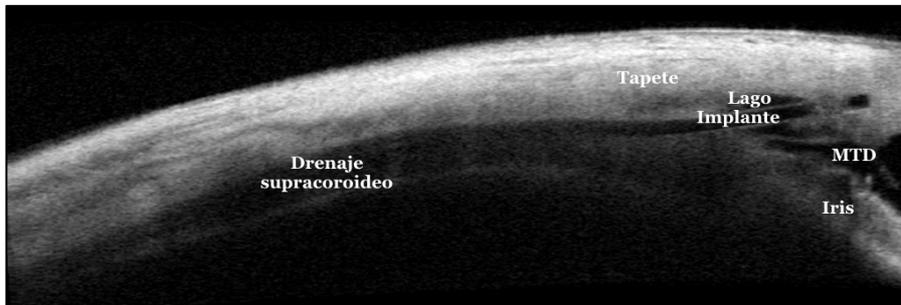
En el control realizado a los 12 meses, las diferencias significativas se hallaban entre los pacientes con “ausencia de flujo” y los pacientes con “flujo en pico” ( $p=0,028$ ; test de Bonferroni), mientras que las diferencias de los valores de PIO entre los otros grupos no mostró diferencias significativas.

Finalmente, en el control realizado a los 24 meses, las diferencias significativas se hallaban entre los pacientes con “ausencia de flujo” y los pacientes con “flujo laminar” ( $p=0,014$ ; test de Bonferroni), mientras que las diferencias de los valores de PIO entre los otros grupos no mostró diferencias significativas.

## 7.- Valoración de los tipos de drenaje

Con los datos obtenidos mediante la OCT-SA se valoró las diferentes tipos de drenaje y su relación con la PIO a los 6, 12 y 24 meses. Se clasifica en tres categorías:

- drenaje esclero-subconjuntival: presencia lago escleral y líquido subconjuntival.
- drenaje esclero-supracoroideo: existe lago escleral y presencia de la vía supracoroidea.
- drenaje mixto: están presentes todas las vías de drenaje.



*Figura 87. Imagen de OCT-SA con drenaje esclero-supracoroideo.*

En el control a los 6 meses, el tipo de drenaje más frecuente es el mixto, mientras que en los controles a los 12 y 24 meses, el más numeroso es el esclero-supracoroideo, aunque la distribución de frecuencias no mostró diferencias estadísticamente significativas, con un p valor para la Chi cuadrado de Pearson = 0,453. En la tabla siguiente se muestran las frecuencias de los diversos tipos de drenaje en los controles postoperatorios.

**Tabla 32.** Distribuciones de frecuencia de los tipos de drenaje en los distintos controles postoperatorios.

	Tipos de drenaje				Total
	Ausencia drenaje	Esclero-subconjuntival	Esclero-supracoroideo	Mixto	
Mes 6	3	5	17	26	51
Mes 12	3	3	26	19	51
Mes 24	3	6	26	16	51

Se segmentó la muestra en función de los tipos de drenaje, y los valores medios de la PIO mostraron diferencias estadísticamente significativas en los tres controles postoperatorios, donde el

subgrupo de pacientes con “ausencia de drenaje” presentaban valores de PIO significativamente mayores que el resto de los grupos, como se expone en la tabla 33:

**Tabla 33.** Valores medios de la PIO para los distintos tipos de drenaje en los distintos controles postoperatorios.

	PIO				p-valor
	Ausencia drenaje	Esclero-subconjun.	Esclero-supracoroideo	Mixto	
Mes 6	19,3 ± 5,5	14,5 ± 3,6	13,3 ± 2,6	12,5 ± 2,7	0,005
Mes 12	19,3 ± 3,0	15,3 ± 7,5	14,0 ± 3,1	13,3 ± 2,6	0,040
Mes 24	19,3 ± 4,9	14,0 ± 2,0	14,0 ± 1,8	13,0 ± 2,6	0,002

El análisis post-hoc de las comparaciones múltiples, que valora las diferencias entre las medias en los distintos subgrupos, mostró que, en el control realizado a los 6 meses, las diferencias significativas se hallaban entre los pacientes con “ausencia de drenaje” y los pacientes con “drenaje esclero-supracoroideo” (p=0,015; test de Bonferroni), y “drenaje mixto” (p=0,003; test de

Bonferroni). En los otros grupos no hubo diferencias significativas al analizar los valores de PIO.

En el control realizado a los 12 meses, las diferencias significativas se hallaban entre los pacientes con “ausencia de drenaje” y los pacientes con “drenaje mixto” ( $p=0,032$ ; test de Bonferroni), mientras que los distintos de los valores de PIO entre los otros grupos no mostró diferencias significativas.

Finalmente, en el control realizado a los 24 meses, las diferencias significativas se hallaban entre los pacientes con “ausencia de drenaje” y los pacientes con “drenaje esclero-subconjuntival” ( $p=0,023$ ; test de Bonferroni), entre los pacientes con “ausencia de drenaje” y los pacientes con “drenaje esclero-supracoroideo” ( $p=0,004$ ; test de Bonferroni), y los pacientes con “ausencia de drenaje” y los pacientes con “drenaje mixto” ( $p=0,001$ ; test de Bonferroni). Por el contrario, las diferencias de los valores medios de PIO entre los otros grupos no mostraron diferencias significativas.

Era interesante además, dada las características de la muestra, analizar el tipo de drenaje en los controles postoperatorios a los 6, 12 y 24 meses, en función de la técnica quirúrgica empleada. Las distribuciones de frecuencias no mostraron diferencias significativas en ninguno de los controles (a los 6 meses  $p=0,249$ , a los 12 meses  $p=0,275$  y a los 24 meses  $p=0,201$ ; test de la chi cuadrado de Pearson). Se exponen las distribuciones de frecuencias en las tablas 34 a 36:

**Tabla 34.** Tipo de drenaje en función de la técnica empleada a los 6 meses

	Tipo de drenaje				Total
	Ausencia drenaje	Esclero-subconjun.	Esclero-supracoroideo	Mixto	
EPNP	1	4	8	15	28
COMBI	2	1	9	11	23
Total	3	5	17	26	51

EPNP: esclerectomía profunda con espolonectomía. COMBI: cirugía combinada de catarata más esclerectomía profunda con espolonectomía

**Tabla 35.** Tipo de drenaje en función de la técnica empleada a los 12 meses

	Tipo de drenaje				Total
	Ausencia drenaje	Esclero-subconjun.	Esclero-supracoroideo	Mixto	
EPNP	1	3	14	13	31
COMBI	2	0	12	6	20
Total	3	3	26	19	51

EPNP: esclerectomía profunda con espolonectomía. COMBI: cirugía combinada de catarata más esclerectomía profunda con espolonectomía

**Tabla 36.** Tipo de drenaje en función de la técnica empleada a los 24 meses

	Tipo de drenaje				Total
	Ausencia drenaje	Esclero-subconjun.	Esclero-supracoroideo	Mixto	
EPNP	3	4	12	11	30
COMBI	0	2	14	5	21
Total	3	6	26	16	51

EPNP: esclerectomía profunda con espolonectomía. COMBI: cirugía combinada de catarata más esclerectomía profunda con espolonectomía

Por último determinamos los tipos de drenaje en función de la exploración gonioscópica y la visualización del espolón escleral en los controles postoperatorios.

En el control a los 6 meses, el tipo de drenaje más frecuente fue el mixto, según se expone en la tabla 37, aunque la distribución de frecuencias no mostró diferencias significativas ( $p = 0,532$ ; chi cuadrado de Pearson).

**Tabla 37.** Distribución de frecuencias de los tipos de drenaje en función de la exploración gonioscópica a los 6 meses.

	Tipo de drenaje				Total
	Ausencia drenaje	Esclero-subconjuntival	Esclero-supracoroideo	Mixto	
Dudoso	1	1	2	3	7
Sin espolón	1	3	14	22	39
Con espolón	1	1	1	2	5

En el control a los 12 meses, el drenaje esclero-supracoroideo fue el que se encontró con mayor frecuencia, según se expone en la tabla siguiente, aunque la distribución de frecuencias tampoco mostró diferencias significativas ( $p = 0,356$ ; chi cuadrado de Pearson).

**Tabla 38.** Distribución de frecuencias de los tipos de drenaje en función de la exploración gonioscópica a los 12 meses.

	Tipo de drenaje				Total
	Ausencia drenaje	Esclero-subconjuntival	Esclero-supracoroideo	Mixto	
Dudoso	1	0	4	2	7
Sin espolón	1	2	21	15	39
Con espolón	1	1	1	2	5

Finalmente, en el control a los 24 meses, el drenaje esclero-supracoroideo fue, nuevamente, el que se encontró con mayor frecuencia, según se expone en la tabla siguiente, aunque la

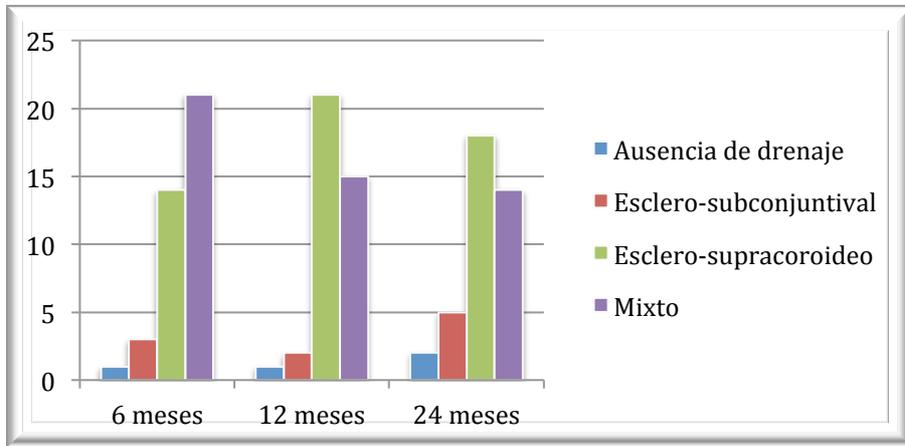
distribución de frecuencias tampoco mostró diferencias significativas ( $p = 0,538$ ; chi cuadrado de Pearson).

**Tabla 39.** Distribución de frecuencias de los tipos de drenaje en función de la exploración gonioscópica a los 24 meses.

	Tipo de drenaje				Total
	Ausencia drenaje	Esclero-subconjuntival	Esclero-supracoroideo	Mixto	
Dudoso	1	0	4	2	7
Sin espolón	2	5	18	14	39
Con espolón	0	1	4	0	5

Se expone también un diagrama de columnas de la distribución de la variable “tipo de drenaje” en los pacientes sin espolón escleral, en los controles postoperatorios a los 6, 12, y 24 meses, donde se aprecia gráficamente que, a los 6 meses, el tipo de drenaje más frecuente era el mixto, mientras que en los controles a los 12 y 24 meses, el tipo de drenaje preferente era el esclero-supracoroideo,

apreciándose una tendencia al drenaje esclero-supracoroideo preferentemente en los controles postoperatorios tardíos.



**Figura 88.** Diagrama de columnas de la distribución de la variable “tipo de drenaje” en los pacientes sin espolón escleral, a los 6, 12 y 24 meses.

#### **IV.- DESARROLLO ARGUMENTAL**



## **1.- Sobre la técnica quirúrgica**

La aparición de nuevas técnicas o variantes quirúrgicas forma parte de la búsqueda por conseguir los mejores resultados funcionales con las mínimas complicaciones. En la cirugía del glaucoma esto se concreta en lograr resultados permanentes de presiones intraoculares que no dañen el nervio óptico, evitando complicaciones derivadas tanto de la hipotonía e inflamación postoperatoria, como de la ampolla de filtración.

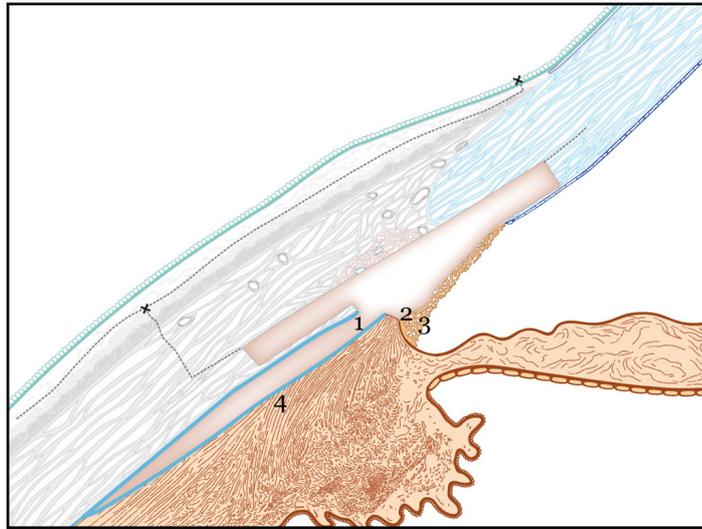
En este contexto se entiende el papel de la EPNP. Las vías de drenaje empleadas por ésta técnica quitan protagonismo al drenaje subconjuntival para que participe la vía escleral y la supracoroidea (51, 59, 92). Los resultados a medio y largo plazo de la EPNP (49, 52-60, 153), unido a la disminución en frecuencia y severidad de las complicaciones asociadas, han dejado en el pasado las discusiones sobre la teórica “rivalidad” con la trabeculectomía. La cirugía del glaucoma progresa buscando eficacia y seguridad,

tanto en la mejora de la propia técnica de la trabeculectomía, como en el diseño de otras técnicas quirúrgicas, como es la esclerectomía profunda no perforante. También surgen otros procedimientos quirúrgicos buscando la misma finalidad, unos se mantienen -como el implante Ex-PRESS® o la canaloplastia iTrack®- y otros son más efímeros, como el Gold-Shunt®.

Potenciar la vía supracoroidea para disminuir la presión intraocular se realiza desde hace muchos años a través de la ciclodiálisis (154), pero la mayoría de las técnicas han fracasado por las complicaciones derivadas de la hipotonía. La propia EPNP obtiene parte de su efecto por la presencia, en algunos casos, de una filtración supracoroidea no buscada (103). Muñoz (41) publicó la opción de colocar el implante escleral a través de una apertura en la esclera por detrás del espolón escleral. Vila-Mascarell (42) presentó la EPNP con espolonectomía para el tratamiento quirúrgico del glaucoma.

El objetivo principal de EPNP con espolonectomía es potenciar la vía supracoroidea de una manera más relevante, al extirpar el espolón escleral que es donde se ancla el músculo ciliar. Las consecuencias de la extirpación del espolón escleral son varias:

- 1.- Apertura de la vía supracoroidea adyacente a la zona de flujo a través de la MTD.
- 2.- Ampliación del tamaño de la MTD en la zona más posterior.
- 3.- Extirpación de las fibras trabeculares ancladas en el espolón escleral, por lo que la resistencia al flujo del humor acuoso es menor.
- 4.- Creación de una ciclodíálisis atraumática y protegida por la MTD.
- 5.- Rotura del cordón fibroso que rodea el segmento anterior.
- 6.- Al colocar el implante se perpetúa la apertura del espacio supracoroideo.



**Figura 89.** Mecanismo de acción de la espolonectomía: 1. al extirpar el espolón escleral se abre espacio supracoroideo; 2. se amplía la apertura de la MTD en su límite más posterior; 3. se desinsertan fibras trabeculares que se anclan en el espolón escleral; 4. se produce una ciclodíalisis atraumática; y además se secciona el cordón fibroso que rodea todo el segmento anterior.

Realizar estos cambios fisiopatológicos derivados de realizar una EPNP con espolonectomía e implante supraciliar, debería ayudar a conseguir unos óptimos resultados quirúrgicos, tanto anatómicos como funcionales, que nos ayuden a controlar la enfermedad glaucomatosa manteniendo la función visual.

Estamos de acuerdo con la Tesis Doctoral de Suriano (43), al estudiar la efectividad y seguridad de la espilonectomía, en donde concluye:

“- Al asociar la espilonectomía a la esclerectomía profunda no perforante, se obtienen mayores disminuciones de la presión intraocular que con la esclerectomía profunda no perforante aislada.”

“- La asociación de la espilonectomía a la esclerectomía profunda no perforante, constituye una técnica eficaz, que disminuye significativamente la presión intraocular, manteniendo esta disminución significativa durante los dos primeros años de la intervención quirúrgica.”

“- Con la espilonectomía adicionada a la esclerectomía profunda no perforante, es escaso el número de casos que requieren uso de fármacos para mantener baja la presión intraocular.”

“- La esclerectomía profunda no perforante aislada requiere mayor uso de fármacos para mantener la presión intraocular baja al año de la intervención quirúrgica a diferencia de la esclerectomía profunda no perforante asociada a la espolonectomía.”

“- No existen diferencias entre las complicaciones obtenidas con la adición de la espolonectomía a la esclerectomía profunda no perforante y la esclerectomía profunda no perforante aislada.”

“- En los pacientes sometidos a esta nueva intervención quirúrgica, la agudeza visual no se afecta durante los dos primeros años de la cirugía.”

Por ello tomamos el relevo de esta línea de investigación para confirmar algunas de sus conclusiones y añadir nuevos datos con las nuevas tecnologías que objetiven los cambios estructurales, valorando especialmente las ampollas de filtración y el tipo de drenaje que emplea la cirugía de la EPNP con espolonectomía.

## **2.- Discusión sobre la metodología**

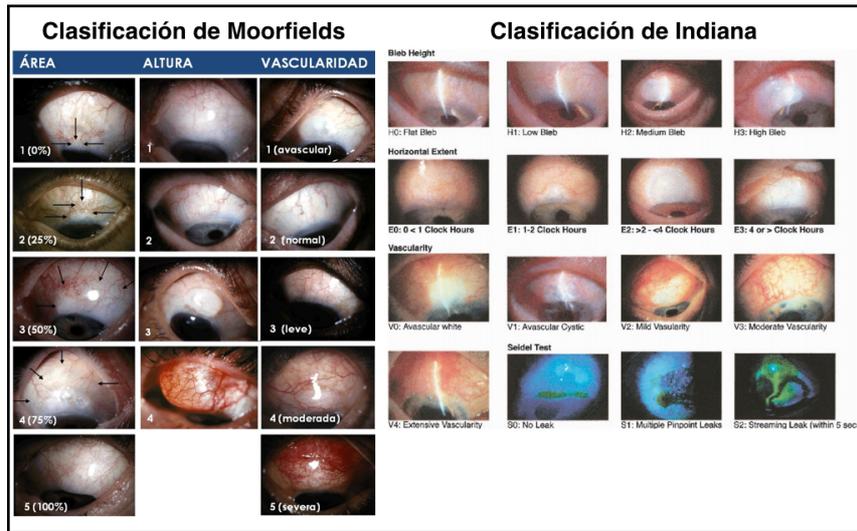
Para el análisis anatómico y funcional, así como para valorar la eficacia y seguridad hemos escogido los siguientes parámetros:

- Agudeza visual: todos los procedimientos empleados deben mejorar o mantener la agudeza visual del paciente
- PIO: es el principal factor de riesgo modificable en el glaucoma. El éxito de las terapias tanto médicas como quirúrgicas se basan los valores de PIO.
- Valoración biomicroscópica de la ampolla de filtración según la Clasificación de Indiana.
- Confirmar la espionectomía mediante la gonioscopia.
- Valoración de la ampolla de filtración mediante OCT-SA, empleando la clasificación modificada de Yamamoto.
- Altura del lago escleral mediante OCT-SA.

- Presencia de flujo supracoroideo valorado mediante OCT-SA.

Existen diferentes maneras de clasificar las ampollas de filtración en la cirugía del glaucoma. Las dos más empleadas son la “Indiana Bleb Appearance Grading Scale” (92) y el “Moorfields Bleb Grading System” (91), que están ideadas para valorar las ampollas en las trabeculectomías. Ambas estudian parámetros similares en cuanto a altura de la ampolla de filtración, extensión y vascularización. La presencia de Seidel sólo se hace constar en la clasificación de Indiana.

En ambas clasificaciones la valoración depende de la subjetividad del examinador, aún cuando se compara con unas tablas ilustradas que facilitan la identificación del tipo ampolla en función de los parámetros estudiados figura 90, como explicamos en la Introducción.

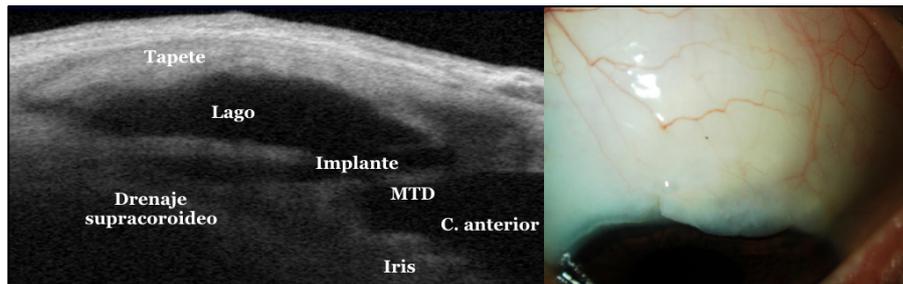


*Figura 90. Ilustraciones de las clasificaciones de Moorfields e Indiana. Estas imágenes acompañan a ambas clasificaciones con el objetivo de facilitar la correcta definición de la ampolla de filtración que se estudia.*

El beneficio que buscan estas clasificaciones es doble: por un lado lograr un lenguaje universal para definir el tipo de filtración en las trabeculectomías, y por otro intentar aportar un valor pronóstico a la cirugía en función del tipo de ampolla encontrada.

Nosotros estamos de acuerdo con estas intenciones, a la vez que consideramos apropiados los parámetros que se estudian: altura, extensión y vascularización. La presencia de Seidel está presente en la Clasificación de Indiana, con la finalidad de destacar el mal pronóstico de aquellas ampollas que tardíamente presentan este fenómeno, que se ha descrito con cierta frecuencia en las trabeculectomías (155).

Sin embargo, las ampollas de filtración de la trabeculectomía comparadas con las que aparecen en la EPNP son, en muchos casos, substancialmente distintas. De hecho la altura de la ampolla en la EPNP no viene determinada por la cantidad de humor acuoso acumulado entre la conjuntiva y a la esclera, sino por la formación de la “ampolla escleral”, que es la protusión que realiza la cantidad de líquido presente en el lago escleral, sin que esto signifique que pueda existir ampolla subconjuntival asociada (figura 91).



**Figura 91.** Ampolla escleral en OCT-SA y biomicroscopía. A: OCT-SA donde se aprecia que la ampolla de filtración se forma principalmente por el lago escleral. B: aspecto biomicroscópico de la misma ampolla.

La extensión de la ampolla es un parámetro igualmente determinante en la supervivencia de la ampolla, pero también es diferente la manera de “extenderse” la ampolla de filtración según el tipo de cirugía. De hecho la Clasificación de Indiana diferencia la extensión central de la ampolla y otra más periférica. En la EPNP la extensión es muy difusa más allá de los límites del lago escleral determinado por el tapete realizado.

La vascularización de las ampollas es aplicable a ambas cirugías, y es consecuencia tanto de la manipulación de los tejidos como de la presencia de humor acuoso en el espacio subconjuntival. Se ha

comprobado la influencia en gran manera de los tratamientos antiglaucomatosos previos, tanto en calidad (determinada por la presencia de productos irritantes como el cloruro de benzalconio) como en cantidad (determinada por el tiempo de tratamiento y por el número de fármacos). Siempre que exista una hiperemia severa el riesgo de fracaso es mayor (2).

A pesar de estas diferencias, consideramos beneficioso emplear esta clasificación, como han hecho otros autores como Cabrejas (103), que permite comparar y valorar la EPNP con espolonectomía en el contexto de las demás técnicas quirúrgicas empleadas actualmente.

En los últimos años diferentes trabajos emplean tanto la BMU como la OCT-SA para valorar diferentes aspectos del glaucoma, como el estudio del ángulo camerular, los glaucomas secundarios y situaciones postoperatorias (156-158). Ya comentamos que ambos métodos tienen algunas características comunes, pero

mientras la BMU es capaz de llegar a capas más profundas, la OCT-SA tiene mejor resolución. Estamos de acuerdo con Dada (159) quien comenta algunos beneficios de la OCT: produce unas imágenes similares a la BMU pero con mayor resolución, realiza mejores análisis y medidas del segmento anterior sin necesidad de anestesia ni empleo de la copa de agua que es necesario colocar al paciente.

Hamanaka (99) estudia, mediante OCT-SA, las ampollas de filtración en dos grupos de pacientes a los que realizó una trabeculectomía, unos con peritomía base fórnix y otros con peritomía base limbo. Defiende el empleo de OCT-SA frente a la BMU, no sólo por la incomodidad y el mayor tiempo empleado para la realización de ésta última, también por el riesgo de infección al ser un método de contacto. De manera similar, Pérez-Rico (73) aboga por el empleo de la OCT-SA por ser, por un lado, una prueba de no contacto, más cómoda y rápida, y por otro por tener una mejor resolución que la BMU.

Gutiérrez-Ortíz (160) en 2015 emplea la OCT-SA para valorar las diferencias anatómicas en la zona quirúrgica entre cirugía no perforante con o sin implante. Bouhéraoua en 2012 (161) ya utiliza la OCT-SA para valorar los cambios biométricos en el segmento anterior después de la cirugía de glaucoma.

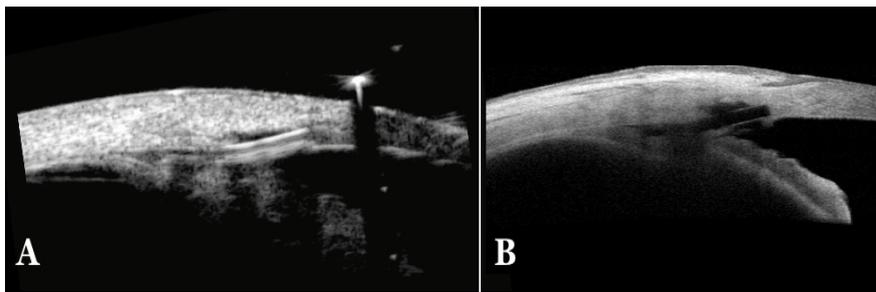
Insistimos en las diferencias, a favor de la OCT, en cuanto a la realización técnica de la prueba: rapidez y comodidad para el paciente y el técnico. Un resumen de ventajas y desventajas de estas técnicas podría ser (162-168):

- Las imágenes del segmento anterior, incluyendo BMU y OCT-SA, son métodos objetivos para visualizar el ángulo camerular.
- La OCT-SA requiere que la córnea esté transparente, mientras que la BMU no requiere esta característica.
- La BMU es más útil para visualizar estructuras retroiridianas: quistes de iris, anteroposición del cuerpo ciliar, tumores ciliares, efusión uveal, etc.

· Tanto OCT-SA como BMU son excelentes para el estudio de la ampolla de filtración y situación de los implantes en la cirugía del glaucoma, y ayudan a diagnosticar y resolver problemas de cicatrización postquirúrgica.

· La resolución de las imágenes con OCT-SA son superiores en calidad frente a la BMU.

· El tiempo de exploración y la facilidad también están a favor de la OCT-SA.



**Figura 92.** Imagen de BMU (A) y OCT-SA (B) del mismo paciente.

Por todo ello, en nuestro estudio, en el protocolo postquirúrgico siempre hemos recurrido a la exploración mediante OCT-SA para constatar los cambios anatómicos y su evolución en el tiempo.

Esto no impide que en ocasiones empleemos la BMU para confirma hallazgos.

Aunque ya hemos descrito los parámetros que pueden obtenerse al explorar con la lámpara de hendidura las ampollas de filtración, en nuestro estudio ha sido de gran utilidad su valoración con la OCT-SA para clasificarlas, no sólo por la localización y tamaño, si no por su aspecto funcional (169).

Yamamoto (100) emplea una clasificación de las ampollas empleando la BMU. Por ello, tal y como han hecho otros autores, ( 99, 125, 160, 168) hemos adaptado esta clasificación a la OCT-SA, de forma que la hipoecogenicidad se convierte a reflectividad baja en la OCT y lo hiperecogénico en hiperreflectivo.

De esta forma clasificamos la ampollas en hiporreflectivas, hiperreflectivas, encapsuladas y planas. Consideramos que existe filtración subconjuntival cuando existe flujo efectivo, es decir, cuando la ampolla es hiporreflectiva.

Además la OCT-SA permite, mediante la función *caliper*, realizar mediciones en las imágenes obtenidas (73, 160, 161). En los cortes realizados durante la prueba se escoge el más elevado y se mide la altura del lago escleral (170). Algunos autores analizan el lago valorando la altura, el diámetro longitudinal máximo, el diámetro transversal máximo y el volumen del lago escleral calculado como el producto de los anteriores (103), otros consideran el lago escleral como una elipsoide y aplican la fórmula para calcular el volumen en los elipsoides (171).

En nuestro caso, para las intenciones de nuestro trabajo, es la altura del lago escleral el parámetro que más información nos aporta de cara a la voluptuosidad del lago escleral y nos parece muy útil para el control evolutivo del mismo paciente.

Otro de los objetivos de este estudio era confirmar la presencia de flujo supracoroideo, siendo la OCT-SA el método idóneo para valorarlo (172, 173).

La visualización de la esclera, coroides y retina periférica es posible con la OCT-SA en condiciones de normalidad (figura 46). La calidad de la imagen empeora según profundizamos en los planos, como ocurre en la parte más interna del cuerpo ciliar. Al escanear las zonas quirúrgicas podemos visualizar el drenaje supracoroideo, aunque en ocasiones, especialmente cuando existe alguna estructura con alta reflectividad, puede ser complicado valorarlo.

No existen patrones ni ninguna clasificación sobre el flujo supracoroideo. En la literatura se denomina “sombra ciliar”, “hipoecogeneidad supraciliar”, “espacio hiporreflectivo supraciliar” o simplemente “filtración supracoroidea” (174). En la práctica clínica nosotros hemos encontrado 4 patrones de comportamiento en el flujo supracoroideo que hemos descrito anteriormente: patrón en lámina, patrón en pico, patrón difuso y ausencia de flujo.

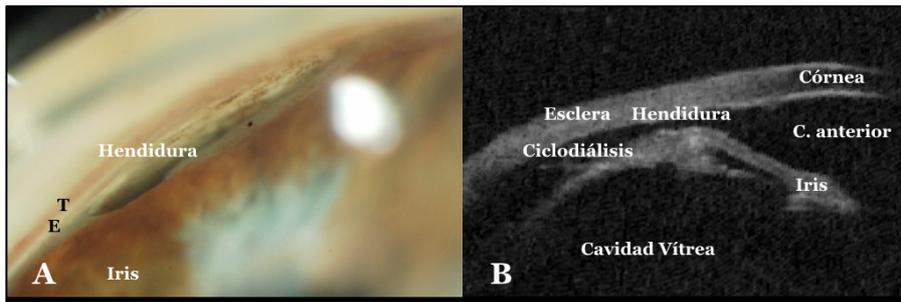
El “patrón en lámina” lo consideramos el más puramente supracoroideo. El humor acuoso se introduce a través de apertura que hemos realizado el extirpar el espolón escleral y pasa al espacio supracoroideo disecándolo. En los exámenes realizados se pueden diferenciar las laminillas del tejido supracoroideo.

El “patrón en pico” es una prolongación limitada en cuanto a su longitud posterior, más corto respecto al patrón en lámina ya que lo hace tan sólo unos milímetros por detrás del implante.

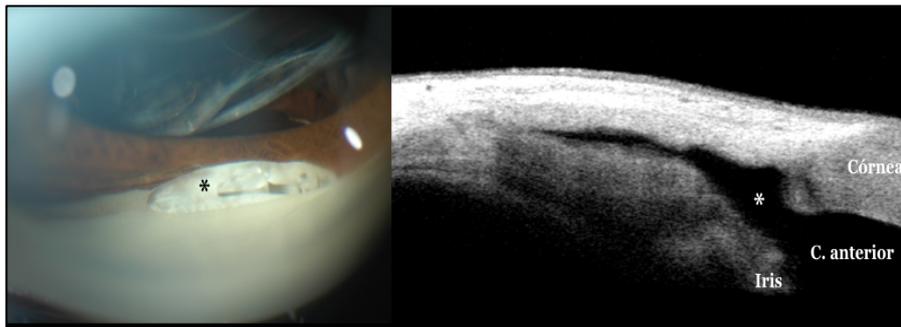
El “patrón difuso” se debe a una absorción del humor acuoso en el espacio ciliar, coroideo y supracoroideo. Este patrón podría confundirse con una falta de señal a una zona demasiado profunda o por existir un área hiperreflectante por encima, que impidiese llegar correctamente a la zona ciliar, lo cual puede ser interpretado erróneamente como zona hiporreflectiva. Para evitar esta confusión debe valorarse la cantidad de tejido superficial y su calidad, pues tanto si la ampolla es alta, como si el tejido escleral es denso, puede inducir a error.

Estos patrones deben distinguirse de dos cuadros clínicos que implican a la vía supracoroidea y que tienen entidad propia: la ciclodíálisis y el desprendimiento ciliar, que no se dieron en ningún caso de nuestro estudio.

La diferencia con la ciclodíálisis radica en que ésta es una comunicación directa entre la cámara anterior y el espacio supracoroideo (172). Clínicamente la ciclodíálisis puede ser traumática o quirúrgica. La ciclodíálisis traumática se visualiza gonioscópicamente como una hendidura a nivel de espón escleral en el contexto de una hipotonía tras un traumatismo (figura 93). La ciclodíálisis como técnica quirúrgica ha quedado en desuso por las complicaciones postoperatorias de difícil control que producía, entre ellas la hipotonía. Actualmente sólo se aprecian ciclodíálisis iatrogénicas después de algunas cirugías de trabeculectomía (figura 94) en las que al extirpar la pieza quirúrgica esclero-trabecular se crea una vía de drenaje hacia el espacio supracoroideo.

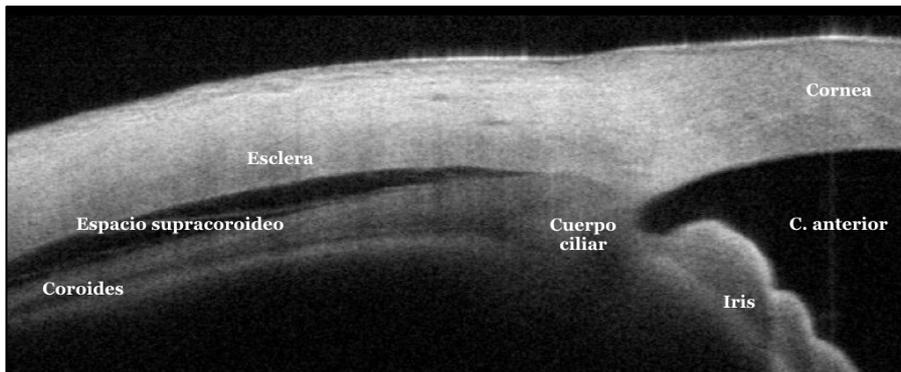


**Figura 93.** Ciclodíálisis traumática. A. Se aprecia en la imagen de gonioscopia la hendidura de la ciclodíálisis, inmediatamente posterior al espolón escleral (E). El trabeculum rojizo (T) delata la sangre existente en el canal de Schlemm secundaria a la hipotonía. B. BMU del mismo paciente donde con claridad se aprecia la comunicación entre la cámara anterior y el espacio supracoroideo por la separación de los tejidos escleral y ciliar.



**Figura 94.** Ciclodíálisis tras trabeculectomía. En la gonioscopia se aprecia la apertura de la ciclodíálisis, que queda mas detallada en la imagen de OCT-SA.

El desprendimiento cilio-coroideo anterior es una exudación de líquido en el espacio supracoroideo sin comunicación directa con la cámara anterior (figura 95). Se suele asociar a hipotonía por hipofunción del cuerpo ciliar, aunque la propia hipotonía y la inflamación son causas de este desprendimiento (175). Este desprendimiento se ha descrito tras cirugías de glaucoma como la EPNP o la goniotomía, pero no lo hemos encontrado en nuestra serie.



**Figura 95.** OCT-SA de un desprendimiento cilio-coroideo anterior. Se aprecia el acúmulo de líquido en el espacio supracoroideo sin existir comunicación con la cámara anterior.

### **3. Discusión de los resultados**

Los resultados funcionales y anatómicos que hemos conseguido hay que analizarlos de manera particular cada uno de ellos, debido a que algunas variables son comparables con una extensa literatura, para otras apenas existen unos pocos trabajos, y una parte no ha sido valorada anteriormente.

Existen diferentes variantes a la hora de realizar la EPNP, más allá de leves modificaciones que a nivel personal realizan algunos autores. Las principales diferencias consisten, en primer lugar, en asociar un implante escleral y, en segundo lugar, en la complementación de la cirugía con la apertura de la vía supracoroidea tras la disección del tapete escleral profundo.

Consideramos variaciones menores el empleo de un implante u otro, las modificaciones en la concentración y tiempo de aplicación de la MMC, sutura del tapete escleral, etc.

**Tabla 40.** Principales variaciones dentro de la EPNP

EPNP sin implante

EPNP con implante

- Implante escleral
  - Implante supraciliar
    - Técnica de Muñoz
    - Espolonectomía
- 

No valoramos en este trabajo aquellas publicaciones que emplean otras opciones más minoritarias como el uso de Ologen®, que es una matriz de colágeno, o Healaflow®, un ácido hialurónico de cadena larga y alta supervivencia en el interior del ojo. Otras variantes quirúrgicas como la Canaloplastia tiene una entidad propia ya que, aunque comparte pasos quirúrgicos con la EPNP, se especializa en el drenaje trabecular para disminuir la presión intraocular restaurando la vía de drenaje fisiológica del ojo, de forma que intenta evitar el drenaje subconjuntival y no se valora el flujo supracoroideo.

Destacaremos a lo largo de la discusión una serie de publicaciones realizadas por autores españoles que valoran la vía supracoroidea como principal forma de mejorar el drenaje del humor acuoso. En nuestro país existe una tendencia a emplear la EPNP con implante supraciliar por parte de muchos cirujanos, y su eficacia la relacionan con la presencia del drenaje supracoroideo. Así pues nos interesa comparar detalles de estos estudios y aportar nuevos datos para clarificar los mecanismos de actuación.

Nuestra muestra tiene un total de 51 ojos válidos, todos ellos con un seguimiento de 24 meses. Destacan algunas publicaciones como la de Bissig (176) con un seguimiento de 120 meses a 105 casos, o la de Shaarawy (63) de 96 meses de seguimiento a otros 105 casos. Galassi (76) sigue a 200 pacientes durante 3 años.

De las cirugías con implante supraciliar destacan las series españolas de Muñoz (41) con 61 ojos con un año de seguimiento, Loscos (171) con 48 ojos también a un año y 33 a 2 años, Bonilla

(177) con 23 ojos a 12 años y Suriano (43) con 98 a 2 años. En otra reciente publicación de Loscos (81) con el implante Esnoper-Clip® realiza un seguimiento de 12 meses a 27 pacientes.

La gran diferencia con nuestro trabajo, al igual que con el de Suriano (43) es que a la EPNP se le añade, antes de colocar el implante supraciliar, la espolonectomía.

La mayoría de los estudios valoran los resultados tensionales y las complicaciones a corto, medio y largo plazo. Pocos trabajos realizan estudios de imagen para estudiar los cambios anatómicos encontrados, ya sea mediante BMU o con OCT-SA (tabla 45). Los primeros trabajos que valoraban las modificaciones anatómicas mediante técnicas de imagen lo hacían con la BMU. Posteriormente, con la mayor versatilidad de la OCT-SA, se han ido realizando más estudios centrados en el valor de esta técnica.

Ravinet (178), en su serie de 23 ojos evalúa la diferencia de emplear Healon® GV y T-Flux®, y además de los resultados

tensionales analiza la ampolla y la presencia de fluido supracoroideo mediante BMU.

Mansouri (179), también del grupo de Mermoud, analiza los resultados de la diferencia entre la EPNP y la “very deep” EPNP, y para ello también aporta los resultados mediante BMU de 50 ojos, realizada a los 3 y 12 meses.

Cabrejas (103) estudia mediante BMU a 92 ojos con un seguimiento de 12 meses y Loscos (171), en el trabajo que ya hemos comentado realiza BMU a 26 de sus paciente que han llegado a los 24 meses.

Fernández-Buenaga (70) estudia de manera transversal, con tiempos variables de seguimiento a 60 ojos realizando OCT-SA para valorar diferentes implantes esclerales en la EPNP.

Pérez-Rico (73) evalúa mediante OCT los cambios producidos en 47 ojos a los que se les ha intervenido con EPNP con y sin implante escleral. Además de valorar las modificaciones anatómicas compara estos dos grupos. De manera similar

Gutiérrez-Ortiz (160) compara 47 ojos operados mediante EPNP aislada y con cirugía combinada.

Aunque la mayoría de los trabajos se centran en la ampolla subconjuntival y en el lago escleral, muchos hacen referencia a los hallazgos encontrados en la vía supracoroidea, unos de una forma más genérica y otros lo utilizan como parámetro de control de la técnica quirúrgica.

Bouhéraoua (161) realiza su estudio sobre 20 pacientes, aunque como ya hemos comentado, se centra en los valores biométricos del segmento anterior y en los parámetros angulares, sin entrar a valorar los cambios anatómicos propiamente quirúrgicos.

**Tabla 41.** Características muestrales de las principales series publicadas sobre EPNP

<b>Autor</b>	<b>Año</b>	<b>N</b>	<b>Seguimiento</b>
Karlem	1999	100	18
Mermoud	1999	44	15
El-Sayyad	2000	39	12
Chiselita	2001	17	18
Devloo	2004	24	15
Lachkar	2004	258	72
Mansouri	2004	60	12
Ravinet	2004	46	24
Mousa	2006	20	12
Bissing	2007	105	120
Galassi	2007	200	36
Muñoz	2009	61	12
Studený	2011	40	50
Loscos	2012	48	12
Loscos	2012	33	24
Suriano	2013	98	24
Loscos	2015	27	12

Tabla 42. Estudios que valoran imagen de la zona quirúrgica

<b>Autor</b>	<b>Año</b>	<b>Técnica</b>	<b>Número</b>
Ravinet	2004	BMU	23
Cabrejas	2010	BMU	92
Loscos	2013	BMU	22
Fdez- Bermejo	2012	OCT	60
Pérez-Rico	2014	OCT	47
Gutiérrez-Ortiz	2015	OCT	47

La presión intraocular es el parámetro más destacado para valorar el éxito de una técnica quirúrgica para el glaucoma. En nuestra serie partimos de un valor de 26 mmHg con tratamiento en todos los pacientes, muchos de ellos con “tratamiento máximo”, que suele significar tres principios activos. En otras series publicadas la media es 26, aunque existen datos de 32,59 y 21 mmHg (174). Suriano (43), en la serie que precede a este trabajo tenía una PIO preoperatoria de 25,69 mmHg.

El objetivo principal de este estudio no es valorar la eficacia tensional postoperatoria, pero si forma parte de los objetivos

secundarios, ya que son pocas las series publicadas con implante supraciliar con dos años de seguimiento.

La PIO a los 6, 12 y 24 meses muestra una reducción muy significativa de la PIO: 13.1, 14.1 y 14.0, mmHg respectivamente. Estos resultados se enmarcan dentro de los valores óptimos según el estudio AGIS (180), que recomienda valores por debajo de 15 mmHg para evitar la progresión del glaucoma avanzado.

En nuestra serie, al año, el porcentaje de disminución de PIO es del 46% a los dos años, superior a la media del meta-análisis realizado por Cheng (144) que establecía una disminución del 40,27% al año de la cirugía.

Si nuestros valores se comparan con los trabajos en los que durante la cirugía se ha empleado implante supraciliar, tenemos que Muñoz (41) obtiene una disminución del 47% de la PIO, Bonilla (177) publica una disminución porcentual del 21%, muy inferior a la anterior, pero debe tenerse en cuenta que parte de una PIO preoperatoria menor que el resto (22,8 mmHg). Loscos (171)

nos describe una disminución del 33% al año y Suriano (43), empleando la espolonectomía, muestra unos resultados al año del 38,77% de descenso.

Con el seguimiento a dos años, el meta-análisis de Cheng (144) promedia una reducción de la PIO de 39,33. De los trabajos que emplean la vía supraciliar, tan sólo tienen un seguimiento a 2 años los 22 pacientes de Loscos (171) con un promedio de descenso del 34,55%. Nosotros hemos obtenido un descenso 46%. En el trabajo con Esnoper Clip® de Loscos (81) consiguen una reducción del 42,5%. De todos los estudios sobre EPNP analizados en el meta-análisis de Cheng (144), la PIO preoperatoria media es de 26,02 mmHg y consiguen disminuirla, con un seguimiento medio de 41 meses, a 15,05 mmHg. Entre los estudios destacamos el de Bissig (176), que deja una PIO de 12,2 mmHg lo que supone un descenso de 54,48% tras seguir a 105 pacientes durante 120 meses. Shaarawy (61) tiene un descenso del 60,47% con PIO a los 56 meses de 10 mmHg.

Como es de esperar tras la cirugía se produce una menor necesidad de tratamiento médico antiglaucomatoso. En nuestra serie, a los 24 meses la media de fármacos es de 0,33, lo que supone que un tercio de los pacientes esta medicándose con un fármaco. En otras series de cirugía con implantes supraciliar los resultados son similares, excepto en la de Bonilla (177) que tiene una media de 0,7. Muñoz (41) y Suriano (43) obtienen una media de fármacos de 0,3 y Loscos (169) 0,2 y 0,26 en sus series.

Las numerosas series sobre EPNP dejan claro que la goniopunción forma parte del proceso quirúrgico, aunque esta se realice de forma muy tardía (63, 181). Nos permite modular el flujo de salida de humor acuoso. En el postoperatorio inmediato la MTD impide la salida brusca o libre del humor acuoso. Con el tiempo se forma una fibrosis (182) y existe un acúmulo de material en la cara interna del la MTD que aumenta la resistencia a la “percolación”, que se traduce en un incremento de la presión

intraocular. Esto se resuelve mediante la goniopuntura, ya que al realizar entre uno y tres orificios el humor acuoso ve facilitada su salida. Estas perforaciones son visibles con el examen de gonioscopia (figura 42) (61, 183).

En las capas externas del globo existe una moderada fibrosis intraescleral, epiescleral y subconjuntival que aparece desde el momento de la cirugía, y esto es lo que impide una hipotonía severa con la goniopunción, es decir, la salida de humor acuoso tras la goniopunción está modulada por la formación previa del lago escleral y las vías de drenaje.

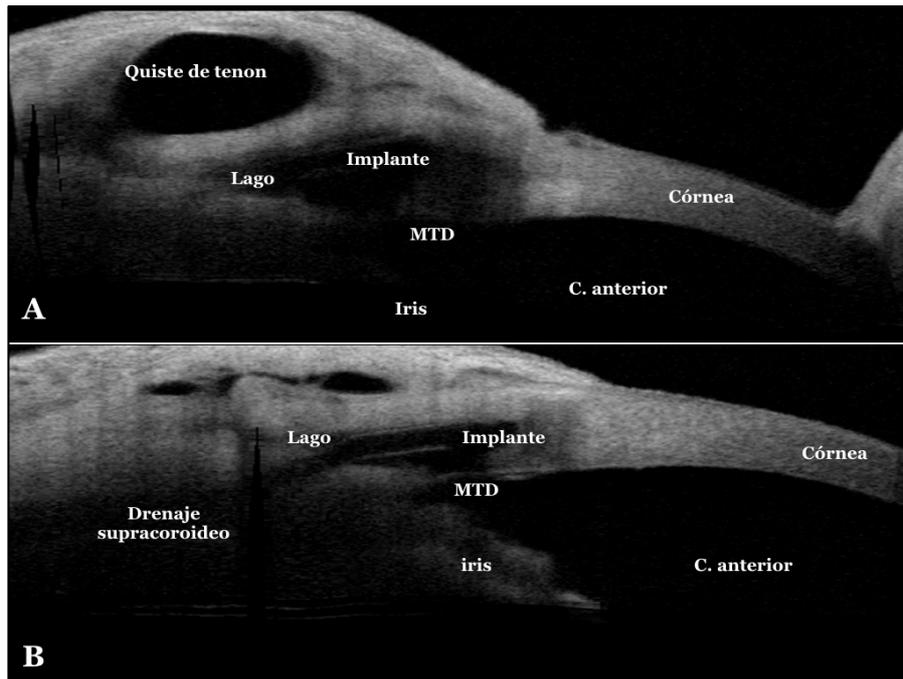
Por el contrario la goniopunción precoz, que se realiza en el primer mes del postoperatorio, sí que la consideramos una complicación, pues refleja un fracaso en la filtración, posiblemente por una inadecuada disección de la MTD. Realizar una goniopunción en las primeras fases del postoperatorio entraña más riesgo de producir una hipotonía brusca ya que, al contrario que en la goniopunción tardía, prácticamente no existe cicatrización

que modere le flujo de salida. La complicación típica de este acto terapéutico es la incarceration iridiana (figura 97) por lo que, para prevenirlo, se instila colirio de Pilocarpina 2% y en ocasiones se trata con iridoplastia previamente. Tras su realización el curso del postoperatorio es similar al de la EPNP normal. Se han descrito otras complicaciones como sinequias, hiphemas, desprendimiento coroides e hipotonías mantenidas (184, 185).

Nosotros hemos realizado la goniopunción en 24 de los pacientes (47%), una de ellas de forma precoz, y el resto predominantemente entre los meses 3 y 6 del postoperatorio. En la literatura la realización de goniopuntura varía desde el 4,7% hasta el 63%. Esta variabilidad es debida a la diversidad de criterio para realizarla, si bien, cada vez se afianza más la idea de realizarla en la mayoría de los pacientes incluso antes de esperar elevaciones significativas de la PIO (171). En nuestra opinión puede ser considerada como un paso terapéutico más, ya que con una buena técnica y habiendo pasado unos meses, el balance riesgo/beneficio es favorable.

En cuanto al *needling*, como ya se explicó, es una maniobra postoperatoria típica de la cirugía del glaucoma, secundaria a los procesos de fibrosis postquirúrgica. Puede deberse a un cierre del tapete escleral con mala absorción escleral, a la aparición de un quiste de tenon o a una fibrosis subconjuntival. Su realización puede ser necesaria de manera más o menos tardía.

Cuando se aprecia un incremento de la PIO en el postoperatorio debe realizarse, en primer lugar, una gonioscopia para descartar la presencia de un taponamiento de la MTD o una incarceration iridiana. Si este examen es normal y, en el estudio mediante OCT, se descubre una cavidad quística por encima del tapete escleral superficial, con una cápsula de tenon engrosada puede ser útil su realización (figura 96). No obstante, al existir diferentes vías de drenaje, puede existir fibrosis conjuntival o incluso, quiste de tenon sin hipertensión ocular, ya que la vía supracoroidea puede funcionar como vía única.



**Figura 96.** Quiste de tenon que provoca HTO en el postoperatorio. A: se aprecia una imagen de “triple cámara”: la cámara anterior, el lago escleral y el quiste de tenon. B: tras realizar el needling con MMC se mejora la PIO, se produce un colapso del quiste y se localiza mejor el drenaje subconjuntival, el lago escleral y el flujo supracoroideo.

En esta serie la hemos realizado en dos ocasiones, en un caso se consiguió un resultado tensional óptimo, pero en el otro el quiste recidivó hasta en dos ocasiones por lo que se optó por realizar una nueva cirugía

Con respecto a la eficacia, para nuestra serie de EPNP con espolonectomía, hemos establecido éxito completo una PIO por debajo de 21 mmHg, como hacen otros estudios con diferentes técnicas quirúrgicas. Si precisa tratamiento médico para conseguir esta presión se trata un éxito parcial. El porcentaje de éxito es del 96%, siendo el 76,4 % éxito completo y el 19,6% éxito parcial.

Los dos casos fracasados requirieron, uno un nuevo procedimiento quirúrgico y el otro sigue con tratamiento médico.

Otros estudios valoran el éxito completo con resultados similares, si bien muchos de ellos lo hacen a 12 meses y emplean un implante escleral. D'Eliseo (186) obtiene un 61,9% de éxito en el 2003 empleando SK-Gel®, Muñoz-Negrete (52) un 81,6% a 12 meses también con SK-Gel® en el 2003, Yuen (187) en 2007 un 52% a 33 meses, Schreyge (188) en 2008 con T-Flux® un 82,4% con hasta 48 meses de seguimiento.

Los estudios que emplean el implante supraciliar los resultados son más homogéneos: Muñoz (41) obtiene un 73,8% de éxito

completo, Bonilla (177) un 45%, Loscos (171) un 75% y Suriano (43) un 75,5%. Estos dos últimos lo consiguen con seguimientos de 24 meses.

También hemos recogido las complicaciones intraoperatorias y postoperatorias, que era otro de los objetivos, siendo similares a de otras series.

La complicación intraoperatoria más temida es la rotura de la MTD que puede dar lugar a una macroperforación, en cuyo caso si no se puede resolver se reconvierte a trabeculectomía, o a una microperforación, que no suele conllevar ningún otro problema más allá de enlentecer la cirugía al tener que manipular los tejidos evitando cualquier tracción para no ampliar el defecto creado. Los tres casos de microperforación que tuvimos se resolvieron sin modificar la técnica. La macroperforación está presente especialmente en la curva de aprendizaje, donde llega al 30%

(189). Los pacientes con macroperforación y reconversión a trabeculectomía fueron excluidos de este estudio.

La herniación coroidea, por una profundización excesiva en el tallado de los bordes del tapete o durante la disección, no suele conllevar ninguna consecuencia a no ser que sea excesivamente grande. En nuestro caso la herniación más relevante fue al tallar el lateral del tapete profundo, lo cual resolvimos dando un punto de sutura *in situ* (figura 74).

En el postoperatorio precoz tuvimos dos casos de Seidel en el primer día. Esto es poco frecuente y se debe a haber realizado una sutura inadecuada o a haber tallado una incisión del tapete demasiado corneal. Se suele solucionar con medidas conservadoras.

La presencia de hipphema tampoco reviste mayor importancia. Tres casos que se resolvieron espontáneamente sin modificar el curso postoperatorio, si bien aumentamos el tratamiento

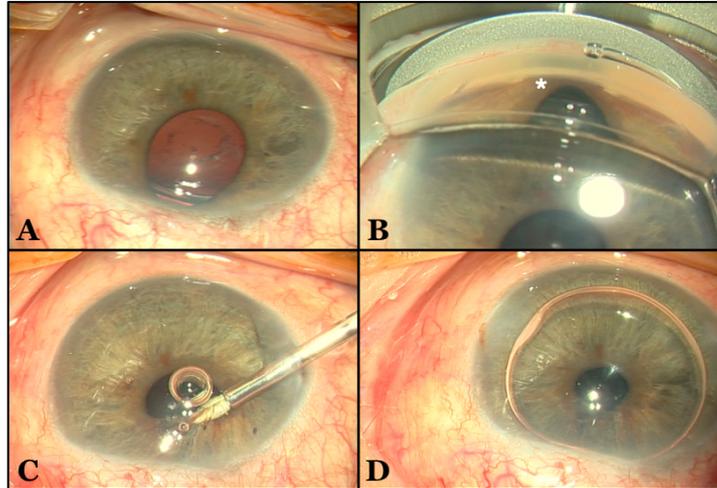
corticoideo. Sin embargo, en la canaloplastia el hiphema se considera un factor de buen pronóstico (190).

En el meta-análisis de Cheng (144) se estudian tanto pacientes intervenidos con implante intraescleral como supraciliar. Las complicaciones más frecuentes son el hiphema (10,5%), la cámara anterior estrecha (5,9%), la hipotonía (5,3%), el desprendimiento coroideo (9,7%) y las cataratas (10,7%). Indica que estas complicaciones son menores en los pacientes operados de EPNP que en los de trabeculectomía.

La goniopunción precoz la realizamos en un caso y tuvimos un paciente con desprendimiento coroideo que se correspondió con uno de los pacientes que tuvo una microperforación intraoperatoria.

De las complicaciones tardías resaltar un caso de enclavamiento iridiano tras realizar goniopunción a pesar de haber instilado Pilocarpina 2%. Se intentó resolver con tratamiento laser (191)

pero finalmente precisó tratamiento mediante cirugía *ab-interno*, ayudados de pinza de retina (figura 97).



**Figura 97.** *Incarceración iridiana tras goniopunción. A y B: visualización directa y con gonioscopia de la incarceration (\*). C: con las pinzas de cirugía vítreo-retiniana se tracciona suavemente hasta retirar el tejido iridiano del lago escleral. D: aspecto al finalizar la cirugía, en la que se ha dejado una burbuja de aire en cámara anterior para evitar la recidiva en el postoperatorio inmediato.*

Un paciente presentó ampolla gigante con hipotonía persistente durante dos meses que provocó maculopatía hipotónica y pérdida de líneas de agudeza visual. El proceso se resolvió antes de los tres meses tras la retirada del tratamiento corticoideo, sin ser

necesarias otras medidas como la inyección de sangre autóloga o la revisión quirúrgica de la ampolla.

En cuanto a la formación de cataratas, durante estos dos años de seguimiento no la vimos en nuestra serie. La literatura apoya que la EPNP no es una cirugía cataratógena (58, 59, 192, 193).

Para la valoración anatómica hemos analizado de forma exhaustiva las ampollas de filtración de los ojos intervenidos valorando las características morfológicas de las mismas, prestando atención a todos los aspectos clínicos de las mismas, como son la altura, extensión, vascularización, espesor de la pared, microquistes conjuntivales, movilidad de la conjuntiva y definición de los bordes. De todos estos parámetros hemos evaluado cuantitativamente aquellos que son empleados en la Clasificación de Indiana, que son los tres primeros: altura, extensión y vascularización, como ya explicamos.

- La altura varía desde “H0” donde no hay ampolla visible, hasta “H3” que indica elevación amplia.
- La extensión se mide en horas de reloj, desde “E0” donde la ampolla no es visible o la extensión es menor de 1 hora, hasta “E3” cuando la extensión es mayor o igual a 4 horas.
- La vascularización se clasifica en 5 grados: “V0” se refiere a la ampolla avascular, sin microquistes visibles en el examen con la lámpara de hendidura y un aspecto opaco, hasta “V4” que indica vascularización extensa y vasos engrosados.

Siguiendo la metodología de otros autores (103) exponemos en la tabla 43 las medias de los valores cuantitativos de estas variantes.

**Tabla 43.** Datos morfológicos de la ampolla de filtración

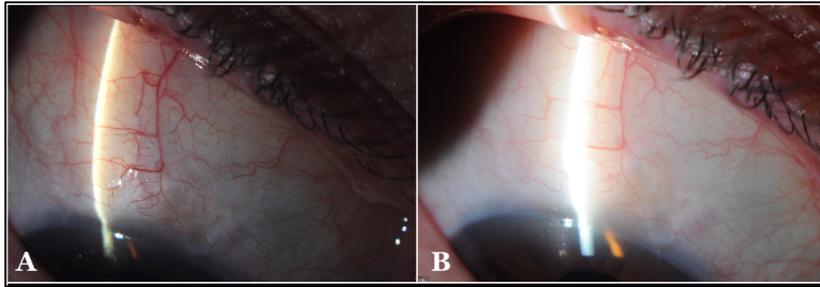
	3 meses	6 meses	12 meses	24 meses
Altura	1,68	1,37	1,11	1,10
Extensión	1,72	1,39	1,17	1,12
Vascularización	1,5	1,02	1,07	1,04

La altura media al año y a los dos años es de 1,11 y 1,10 lo cual estaría en el límite de lo deseado, es decir, ampollas muy poco elevadas. En los exámenes previos, a los 3 y 6 meses son más elevadas (1,68 y 1,37) por lo que se aprecia una disminución de la altura con el tiempo.

La extensión de la ampolla también va disminuyendo desde 1,72 a los 3 meses, hasta 1,12 a los 2 años.

Estos resultados relativos a los datos morfológicos de las ampollas de filtración obtenidos con nuestra técnica difieren de forma clara con los obtenidos mediante la trabeculectomía.

La vascularización se mantiene muy estable desde los 3 meses (1,5) hasta los dos años (1,04) que se corresponde con unos vasos similares a la conjuntiva normal.



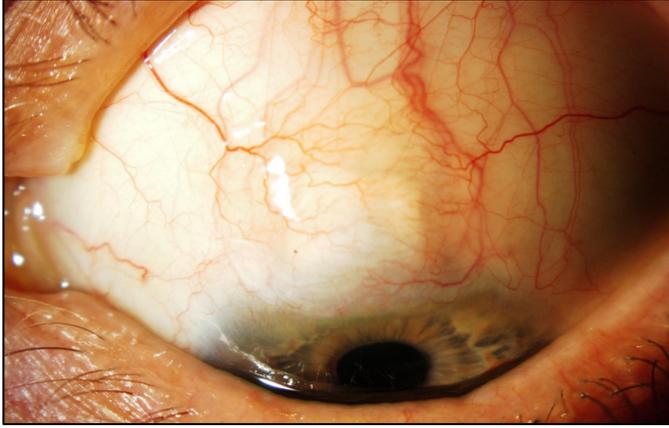
**Figura 98.** Evolución de una ampolla de filtración. A: A los seis meses persiste cierta hiperemia y la valoramos como H1 E1 V2. B: A los 24 meses la ampolla tiene una vascularización similar al resto de la conjuntiva manteniendo la misma elevación y extensión, H1 E1 V1.

Las complicaciones derivadas de las ampollas ocurren por defecto o por exceso. Por defecto supone la fibrosis del tejido subconjuntival y por lo tanto el cese de la filtración a ese nivel. Esta situación es crítica en aquellas cirugías puramente subconjuntivales ya que no existe otra vía de drenaje. En cirugías con drenaje mixto (en la que se emplean otras vías de drenaje además de la subconjuntival) la ausencia de ampolla de filtración no es un inconveniente, salvo que exista también fracaso en la vía supracoroidea.

Las complicaciones por exceso se deben a ampollas altas o gigantes, y se originan por una hiperfiltración, por ejemplo, tras una micro o macroporación intraoperatoria. Pueden producir hipotonía o disconfort en el paciente por el exceso de volumen, situación que no hemos tenido en nuestra serie.

La vascularización también puede mostrar problemas por exceso, con una hiperemia excesiva que puede condicionar los procesos cicatriciales, o por defecto, cuando existe un blanqueamiento por efecto secundario de la MMC (figuras 21 y 76), con posibilidad de originar blebitis o adelgazamientos tardíos de la pared con Seidel (83).

Un aspecto que consideramos diferencial en la cirugía no penetrante es la denominada comúnmente “ampolla escleral”, debido a la presencia del lago escleral. Esto no implica colección de líquido en el espacio subconjuntival, no obstante a la formación de esta ampolla se le da un reconocimiento en esta clasificación como H0 si es plana o H1-2 si es más alta (Figura 99).



**Figura 99.** Ampolla escleral. Se aprecia la elevación en la zona quirúrgica por la presencia del lago escleral, y a su alrededor existe presencia de líquido subconjuntival. También existe una hiperemia algo mayor en la zona temporal. Se clasificaría como H1 E2 V2.

La extensión de las “ampollas esclerales” puras, es decir, sin participación subconjuntival, no son mayores de 2 horas (E1-2) y la vascularización puede ser variable.

Los quistes de tenon suelen elevar la conjuntiva más que el lago escleral aunque este sea prominente y suele clasificarse como H2-3, E1-2, V2-3 y S0 (103).

El objetivo de la cirugía es que la PIO esté en los límites deseados, y esto lo consigue mediante un drenaje del humor acuoso desde la cámara anterior. La ampolla de filtración debe ser lo más plana y lo menos extensa posible, con una vascularización similar al resto de la conjuntiva. Los valores ideales serían pues H0-1, E1, V1-2, SO.

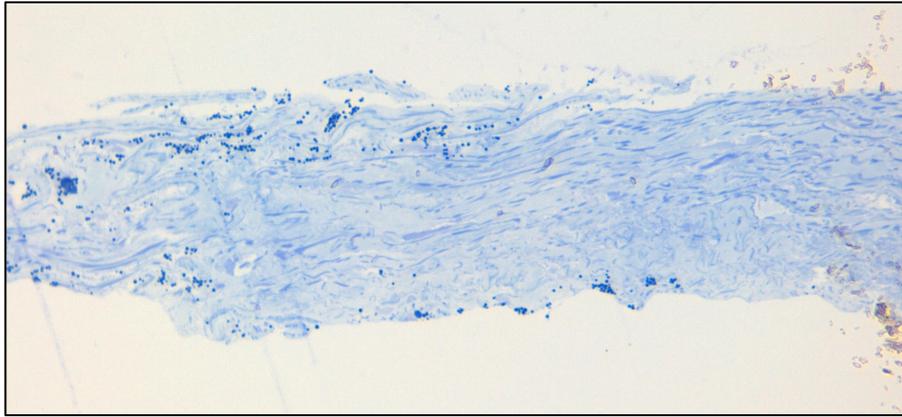
Estos parámetros sitúan las ampollas de filtración dentro del término de “ampollas fisiológicas”, queriendo decir con esta expresión que son pequeñas elevaciones normovascularizadas y funcionantes que no dan problemas disestésicos ni estéticos.

Cabrejas (103), en su serie de EPNP también valora las ampolla de filtración siendo su media al año H2 E2 V1.

El paso más diferenciador de nuestra técnica respecto a la EPNP convencional es la disección del espolón escleral. Como hemos comentado el espolón es una condensación del tejido escleral que

forma un cordón que rodea toda la cámara anterior, paralelo al resto de estructuras angulares. Durante la cirugía, una vez hemos extirpado el canal de Schlemm la estructura que queda inmediatamente posterior es el espolón. Si hemos obtenido un buen plano de disección al tallar el tapete profundo, es relativamente sencillo localizar y fijar con la pinza de Mermoud el espolón, traccionar de él y extirparlo en una longitud similar a la MTD. Tras esta maniobra es visible el lecho uveal que se anclaba en el espolón, y es en ese momento cuando hemos accedido al espacio supracoroideo.

Inicialmente pretendimos realizar una identificación histológica de la pieza extraída para confirmar la extirpación del espolón escleral. Sin embargo la diferenciación entre espolón y el tejido escleral adyacente no era concluyente histológicamente (figura 100). En cualquier caso, para el oftalmólogo, el espolón escleral es una microestructura identificable bajo el microscopio quirúrgico y, por supuesto, con el estudio gonioscópico.



**Figura 100.** Estudio histológico del espolón escleral teñido mediante tricrómico de Masson. Las fibras colágenas están teñidas en azul mantienen una disposición más o menos paralela. La parte más desestructurada corresponde a restos de canal de Schlemm.

Esto lo podemos constatar posteriormente en la gonioscopia que se ha realizado a todos los pacientes. En el 76% de los ojos no existía espolón en la zona de la esclerectomía, en el 9,8% sí que existía espolón, al menos restos de fibras identificables como espolón escleral. En 7 casos (13,7%) no pudo valorarse, bien sea por hipopigmentación o por dificultad en diferenciar estructuras.

El objetivo anatómico de la cirugía y su posterior constatación la hemos conseguido en 3 de cada 4 pacientes. En estos, al examinar

el ángulo diferenciamos a ambos lados de la zona quirúrgica el espolón, pero éste queda seccionado en los límites de la esclerotomía, pudiéndose apreciar una recesión en la raíz del iris (figura 44 y 101 A).

En menos de un 10% de los casos la extirpación no ha sido completa, esto es, es visible el espolón escleral total o parcialmente.

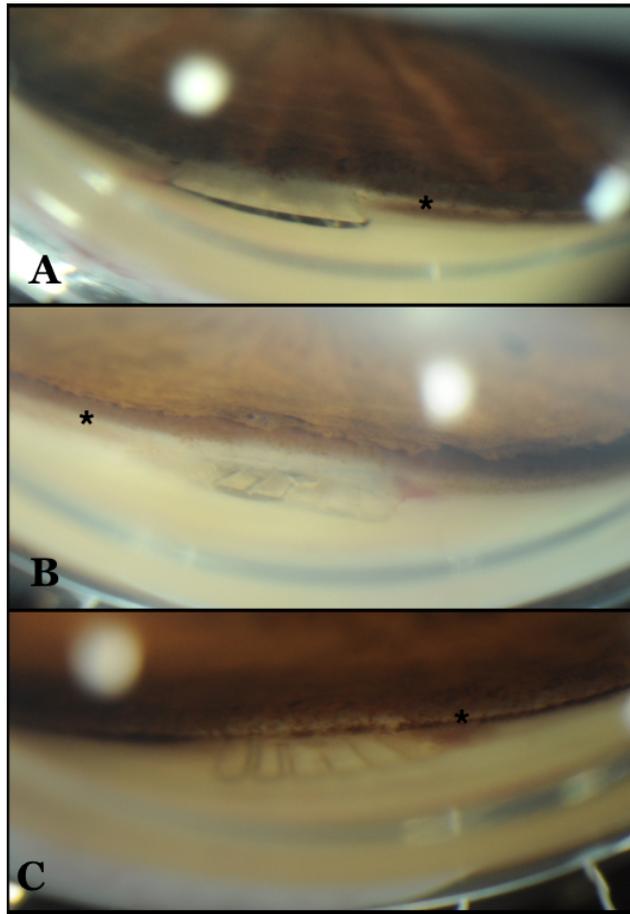
En algunos casos la disección de las fibras del espolón escleral es parcial, es decir, al traccionar no nos llevamos el espolón en su totalidad. Esto conlleva que no se consigue desinsertar el cuerpo ciliar en su totalidad, pero sí que se accede al espacio supracoroideo, ya que las fibras esclerales que están justo por detrás del espolón sí que se extirpan. En estos casos, en la gonioscopia se aprecia la ausencia del espolón, pero quedan restos de fibras blanquecinas en mayor o menor medida (figura 101 B).

Si durante la cirugía no se ha extirpado el espolón, éste será visible en la gonioscopia (figura 101 C). En estos casos, menos de un

10%, se ha extirpado tejido escleral, pero no el espolón. Se ha abierto el espacio supracoroideo en un lugar muy próximo a la MTD, pero no se consiguen todos los mecanismos de acción que hemos descrito propios de la EPNP con espolonectomía.

Hay dos causas intraoperatorias que explican por qué en ocasiones no se ha extirpado el espolón escleral: por realizar el tallado del colgajo profundo en un plano más elevado, lo cual impide diferenciar el espolón del tejido escleral, y por dificultades técnicas debidas a alguna debilidad en la MTD, presencia de un excesivo sangrado, movimiento del paciente, etc ...

Nos ha llamado la atención, al analizar las vías drenaje en relación a la total extirpación del espolón escleral, encontrarnos una mayor frecuencia de drenaje supracoroideo a los 12 y a los 24 meses en aquellos pacientes con el espolón ausente. Sin embargo la distribución de frecuencias no mostró diferencias significativas.

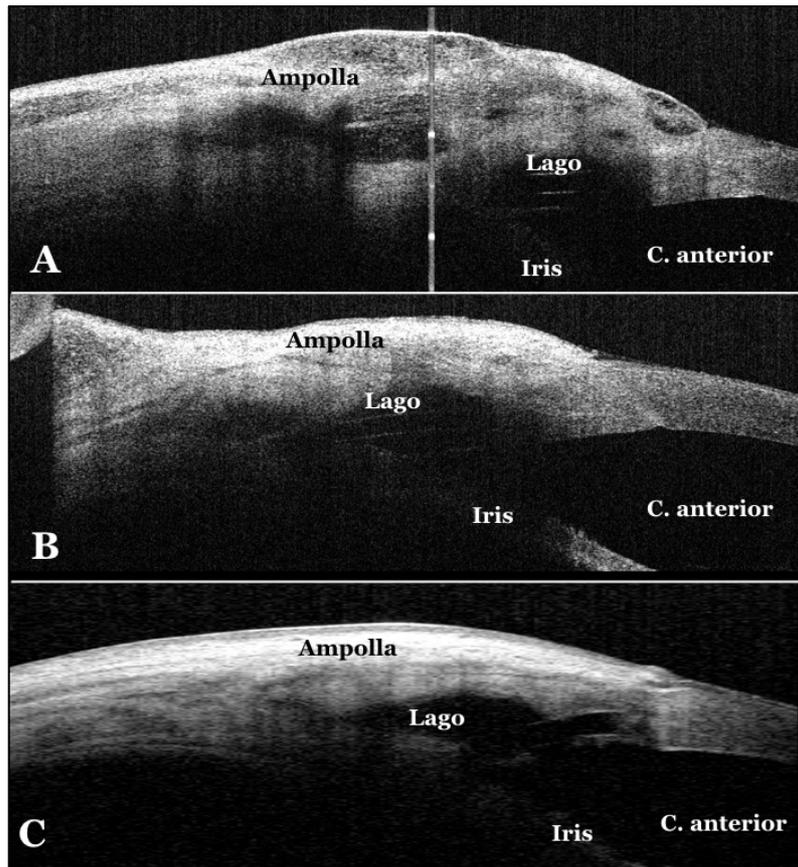


**Figura 101.** Gonioscopias postoperatorias. Se marca en todas la figuras la ubicación del espolón escleral (\*) en la zona de ángulo intacta. Se diferencia como una línea blanquecina entre dos más oscuras. A. Ausencia de espolón. El espolón ha sido extirpado en su totalidad. B. Espolón escleral parcialmente disecado. En la zona derecha de imagen apenas quedan una fibras del espolón, mientras que en el centro y a la izquierda persiste el espolón escleral. C. Espolón presente. Se trata un síndrome de dispersión pigmentaria, en el que la densidad de pigmento disminuye al haber extirpado el suelo del canal y parte de la malla trabecular, sin embargo, el espolón escleral parece intacto.

Una parte importante de este trabajo ha sido la realización de OCT-SA a los paciente para valorar toda la zona quirúrgica, empezando por la ampolla subconjuntival.

Los trabajos que valoran las ampollas de filtración mediante OCT-SA siguen la modificación realizada a la Clasificación de Yamamoto para la BMU. Es cierto que esta clasificación esta pensada para trabeculectomías pero es aplicable también a las EPNP.

Hemos comprobado como a los 6 meses la mayoría de las ampollas son hiporreflectivas, 62%, mientras que tan solo un 25% son planas. Este proporción varía con el tiempo, de forma que a los 12 meses se igualan lo porcentajes y a los 24 meses el 54% son planas y el 34% hiporreflectivas. Esta variación habla de una clara tendencia hacia el aplanamiento (Figura 102).



**Figura 102.** Evolución de la ampolla de filtración conjuntival. Tanto la altura con las zonas de baja reflectividad disminuyen en esta secuencia de OCT-SA desde los 6 meses (A) hasta los dos años (C).

Al relacionar el tipo de ampolla con la PIO no encontramos una relación salvo en el caso de la ampolla encapsulada que se

relaciona con una PIO más alta. Tanto las ampollas planas como las de alta y baja reflectividad se asocian a tensiones similares de manera estadísticamente significativa en los controles realizados a los 6, 12 y 24 meses, pero no existen diferencias entre ellas.

En este punto conviene considerar que las cirugías filtrantes con drenaje subconjuntival (trabeculectomía, Ex-PRESS, etc), tendrán ampollas con baja reflectividad, que son las funcionantes (169). En nuestra serie, la presencia de ampollas hiperreflectivas o planas no se asocia a incrementos de la PIO. Esto nos confirma la existencia de otras vías de drenaje.

Loscos (171) estudia la presencia de ampolla de filtración, sin diferenciar el tipo de ampolla, relacionándola con la PIO. La PIO media en pacientes con ampolla es de  $15,8 \pm 3,6$  y en los pacientes sin ampolla es de  $17,8 \pm 2,9$ , pero no observó relación estadísticamente significativa entre la presencia de ampolla subconjuntival y la PIO.

Cabrejas (103) describe una variabilidad en sus ampollas que pasan del 71% de hipoecogénicas en el primer mes, al 63% al año. Por el contrario, las ampollas planas pasan del 10% al 29%.

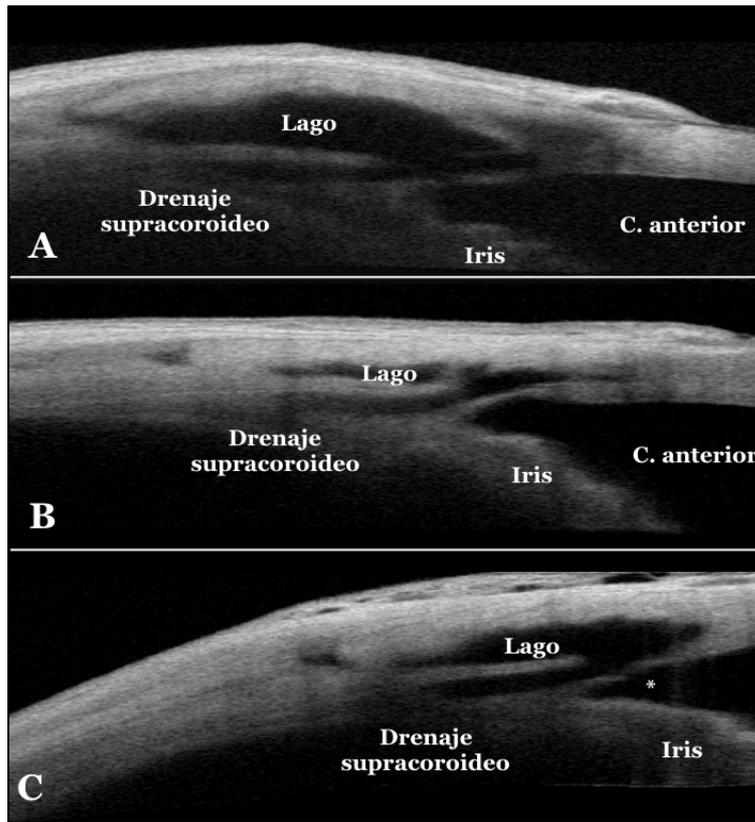
La OCT-SA también nos ha permitido estudiar el lago escleral como uno de los parámetros para valorar la cirugía (194).

El lago escleral es el espacio situado entre el lecho escleral y la cara interna del tapete escleral superficial. El humor acuoso atraviesa la MTD y llega a ésta cámara desde donde saldrá a las diferentes vías de drenaje: subconjuntival, a través de la parte posterior o laterales del tapete, supracoroidea, a través de la hendidura abierta al realizar la espolonectomía, o intraescleral, cuando es absorbida por el propio tejido escleral que la rodea. La presencia del lago escleral tiene gran importancia en la supervivencia y eficacia de la cirugía (70, 71, 73).

En nuestro estudio los valores del lago escleral se mantienen estables desde los 6 meses de la cirugía, siendo 0,47 mm a los 6 meses y 0,44 a los 2 años.

Sí que encontramos una relación inversa estadísticamente significativa entre la altura del lago escleral y el valor de PIO: a más altura del lago, menor PIO.

Loscos (171) estudia el lago escleral mediante BMU en cirugías con implante supraciliar. La altura media del lago es de 0,53 mm, variando entre 0,21 y 0,87 mm. No encontró una relación estadísticamente significativa con la PIO. Además de la altura mide otros parámetros del lago como el diámetro vertical, el horizontal y el cálculo estimado del volumen del lago, con ninguno de ellos encuentra una correlación con la PIO.



**Figura 103.** Evolución del lago escleral. Secuencia de OCT-SA a los 6, 12 y 24 meses de un paciente en el que se produjeron variaciones en la altura del lago. A: aspecto inicial a los 6 meses. B: Se produjo una disminución en la altura del lago escleral a los 12 meses. C: se vuelve a incrementar la altura del lago, incluso aparece fluido subconjuntival. Esta variación se debe a la realización de una goniopunción (\*) antes de la visita de los 12 meses.

Sin embargo, Marchini (77), en cirugía realizada con implante SK-Gel® encuentra una reducción del lago escleral a partir de los 6 meses de evolución y lo relaciona con un incremento de la PIO.

Cabrejas (103) también encuentra una reducción en todos los parámetros con los que analiza del lago escleral, con independencia del tipo de implante empleado. En los pacientes con Esnoper® intraescleral la altura varía de 0,51 mm el primer mes hasta 0,45 al año.

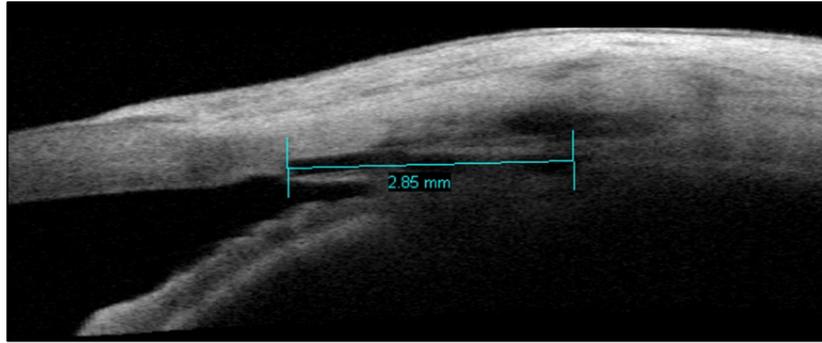
Por último, siguiendo con las aportaciones de la OCT-SA, en nuestro estudio hemos verificado la presencia de flujo supracoroideo.

La presencia de un vacío supraciliar o sombra de baja reflectividad se interpreta como la existencia de flujo úveo-escleral a dicho nivel (171). Este hallazgo puede estar presente en determinadas circunstancias no quirúrgicas en ojos normales (195). Así, se relaciona con la relajación y contracción del músculo ciliar, o con

el tratamiento con latanoprost (196, 197) ya que los análogos de las prostaglandinas, al liberar metaloproteinasas, provocan una alteración en la matriz extracelular del cuerpo ciliar que hace que aumente la conductividad hídrica de la vía úveo-escleral. La edad afecta también a esta vía de drenaje, pues el flujo úveo-escleral disminuye entre un 7 y un 10% en cada década (198-200).

Determinamos la existencia de un flujo supracoroideo cuando detectamos una baja reflectividad o una sombra hiporreflectiva en la zona ciliar o en el espacio supracoroideo. Para determinar el tipo de flujo escleral tomamos como referencia el implante escleral que es hiporreflectivo con bordes hiperreflectivos, tiene un grosor de 0,3 mm y una longitud de 2,85 mm (figura 104).

Cuiña (90) valora la presencia de la “vía posterior” con BMU en pacientes operados de macrotrabeculectomía y la define como un espacio o trayecto hipoecogénico situado en el plano supracoroideo.



**Figura 104.** El implante Esnoper® tiene una longitud de 0,85 mm. A partir de él se diferencian las zonas de baja reflectividad que se corresponden con la persistencia del fluido supracoroideo.

En los trabajos que hemos comentado hablan de presencia o ausencia de drenaje supracoroideo, pero no se diferencian tipos o patrones. Nosotros gracias a la OCT-SA en el postoperatorio de los pacientes intervenidos de glaucoma hemos diferenciado los tres patrones que hemos descrito anteriormente (172).

1.- Patrón en lámina: el flujo se prolonga posteriormente más allá de los límites de la imagen.

2.- Patrón en pico: leve prolongación de forma triangular desde la parte más posterior del implante escleral.

3.- Patrón difuso: área difusa de baja reflectividad en la zona ciliar.

De nuestros casos hemos podido objetivar flujo en el 86% a los 3, 6 y 12 meses, y en el 82,3% a los 24 meses.

Los patrones de flujo presentan variaciones a lo largo del tiempo, pero estos no son estadísticamente significativos. El patrón en pico y el patrón difuso son los más habituales, siendo éste último el más frecuente en la exploración de los 24 meses.

Por el contrario el patrón en lámina es poco objetivable a los dos años.

La presencia de flujo supracoroideo se considera factor de buen pronóstico en la cirugía no perforante. Su observación es muy variable en los diferentes estudios, desde un 7% hasta un 84% (75, 76, 201). Esta disparidad está relacionada con el tipo de cirugía empleada ya que se emplean diferentes tipos de implantes y la mayoría de los estudios sitúan el implante intraescleral y no en el espacio supraciliar.

En nuestra serie los pacientes con ausencia de flujo supracoroideo presentan PIO más elevadas de manera estadísticamente significativa. En los diferentes exámenes existen pequeñas variaciones entre los tipos de flujo, pero siempre se mantiene una diferencia con los pacientes que no tienen flujo supracoroideo. Las diferencias a los 24 meses son estadísticamente significativas entre la ausencia de flujo y el drenaje en lámina y en pico.

Loscos (171), con el implante supraciliar, valora la presencia o no de vacío supraciliar, encontrándolo en el 84,6%. Sólo en 4 ojos no encuentra este vacío y la media de PIO de los pacientes con ausencia de vacío supraciliar es de  $14 \pm 1,6$  mmHg. En los pacientes con vacío supraciliar la media era  $16,8 \pm 3,6$  mmHg. Pero no encontró una relación estadísticamente significativa entre la presencia de vacío supraciliar y la PIO.

Cabrejas (103), con el implante Esnoper intraescleral, encuentra el flujo supracoroideo en el 81% al año. La alta presencia de flujo supracoroideo en los pacientes intervenidos sin implante

supraciliar, la justifican por el adelgazamiento de aproximadamente el 90% de la esclera, pasando el humor acuoso a través de esta mínima capa (202). También postulan la posibilidad de un desprendimiento cilio-coroideo por microperforaciones y efusión uveal secundaria, con la subsiguiente reducción en la formación del humor acuoso (77, 75, 203, 204)).

Hemos de diferenciar las “vías de drenaje” de los “tipos de drenaje”, como ya explicamos anteriormente. De los tres tipos de drenaje, el “esclero-subconjuntival” indica que no existe vía de drenaje supracoroidea (sólo vía escleral y vía subconjuntival), mientras que los otros dos, el “esclero-supracoroideo” y el “mixto” sí que usan la vía supracoroidea. Dado que la EPNP con espolonectomía tiene como objetivo potenciar la vía supracoroidea, lo deseado es encontrar uno de estos dos patrones: el esclero-supracoroideo o el mixto, que son los que emplean ésta vía de drenaje.

En nuestro estudio, a los 24 meses de la cirugía el patrón mas frecuente es el “esclero-supracoroideo” (51%), seguido por el “mixto” (31%). El patrón que consigue un mayor descenso en todos los controles de la PIO es el “mixto”, aunque esta diferencia no es estadísticamente significativa. Es decir, el patrón que emplea las tres vías de drenaje (supracoroidea, escleral y subconjuntival) produce mayores descenso de la PIO de manera no estadísticamente significativa.

Además se compararon los tipos de drenaje en función de si la cirugía era EPNP con espilonectomía o combinada con cirugía de catarata, no encontrando diferencias estadísticamente significativas. Con esto entendemos que las variaciones en cuanto a la creación de vías de drenaje depende de la cirugía de glaucoma, y no de la cirugía de la catarata.

Este trabajo presenta una serie de hechos diferenciales que, en nuestra opinión, le aportan un valor añadido.

Se ha realizado un estudio secuencial mostrando las variaciones evolutivas. Esto nos permite valorar cómo se modifican los parámetros anatómicos y funcionales a lo largo del tiempo. Tradicionalmente se valoran las cifras de la PIO, como parámetro funcional más importante, pero nosotros hemos querido mostrar como varían las características de la ampolla de filtración y de las diferentes vías de drenaje. Para esto hemos empleado la biomicroscopía para juzgar el aspecto externo de la ampolla y la OCT-SA para estudiar lo que ocurre en el interior de la zona quirúrgica.

Esta técnica en la actualidad ya objetiva nuevos hallazgos que serán signos clínicos buscados en los pacientes intervenidos de glaucoma.

Hemos valorado, pues, la técnica quirúrgica desde todos los puntos de vista posibles, valorando tonometría, biomicroscopía, OCT-SA y gonioscopia.

La realización sistemática de la OCT-SA, para valorar el funcionamiento de la cirugía, nos ha permitido establecer dos aportaciones al estudio funcional y anatómico de la cirugía no penetrante del glaucoma en general, y a la espionectomía en particular, y se trata de la diferenciación de los tipos de drenaje: el drenaje esclero-supracoroideo, el esclero-subconjuntival y el mixto. De estos, el deseado por los cirujanos será el esclero-supracoroideo pues carece de ampolla subconjuntival y por lo tanto de las complicaciones derivadas de ellas.

Por el contrario, este estudio pudiera haberse realizado con un mayor número de pacientes que posiblemente hubieran añadido potencia estadística a algunas de las conclusiones.

De cara al futuro, este trabajo abre las puertas a valorar las vías de drenaje que debemos potenciar en nuestra cirugía para lograr las presiones intraoculares deseadas con la menor iatrogenia posible.

## V.- CONCLUSIONES



Tras valorar los resultados obtenidos en este estudio sobre pacientes intervenidos mediante esclerectomía profunda no penetrante con espolonectomía, llegamos a las siguientes conclusiones:

1. La OCT-SA es una exploración factible y útil en el estudio anatómico y evolutivo de la EPNP con espolonectomía
2. La identificación de flujo supracoroideo está presente en el 83% de los pacientes intervenidos de EPNP con espolonectomía, y la presión intraocular es más baja de manera estadísticamente significativa en aquellos pacientes que tienen esta vía de drenaje funcionante.
3. La presencia de lago escleral es universal en todos los pacientes intervenidos de EPNP con espolonectomía. La vía subconjuntival es la vía de drenaje menos frecuente.

4. Mediante gonioscopia se comprueba que en el 75% de los ojos la pieza extirpada se corresponde con el espolón escleral, aunque no se encuentran diferencias significativas de la PIO. Sin embargo sí que se aprecia una tendencia a presentar un drenaje preferentemente por la vía supracoroidea que aumenta a lo largo del periodo postoperatorio.

5. En la exploración con lámpara de hendidura de las ampollas conjuntivales se observa una tendencia hacia el aplanamiento, el estrechamiento y la disminución de la vascularización durante el estudio, sin que esto suponga diferencias significativas en los valores medios de la PIO.

6. La EPNP con espolonectomía produce un descenso tensional estadísticamente significativo que persiste en el tiempo. Las complicaciones intra y postoperatorias son escasas y de poca relevancia clínica, lo cual corrobora estudios anteriores.

## **VI.- BIBLIOGRAFÍA**



1. Honrubia FM, García Sánchez J, Pastor JC. Diagnóstico precoz del glaucoma. Zaragoza: Edelvives. 1997. p.21-29.
2. European Glaucoma Society. Terminology and Guidelines for Glaucoma. 4th Edition. Italy: Ed Dogma; 2014.
3. Cioffi G, Durcan F, Girkin C, et al. Glaucoma. En: Liesegang T SG, Cantor L. Curso de ciencias básicas y clínicas. 10 ed. Barcelona: Elsevier; 2008. p. 3-31.
4. Cibis G, Beaver H, Johns K, et al. Fundamentos y principios de oftalmología. En: Liesegang T Skuta G, Cantor L. Curso de ciencias básicas y clínicas. 2 ed. España: Elsevier; 2008. p. 51-60.
5. Ritch R, Shields MB, Krupin T. The Glaucomas. 2nd ed. St Louis: Mosby; 1996. p. 641-646.
6. Armaly MF. On the distribution of applanation pressure statistical features and the effects of age, sex and family history of Glaucoma. Arch Ophthalmol. 1965; 73:11-8.

7. Sommer A. Intraocular pressure and glaucoma. *Am J Ophthalmol.* 1989;107:186-8.
8. Flammer J. Glaucoma: una guía para pacientes; una introducción para profesionales; una referencia para información rápida. 1ª ed. Esp. Barcelona: MRA ediciones; 2004.
9. Quigley AH, Broman AT. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *Br J Ophthalmol.* 2006; 90(3):262-7.
10. Foster PJ, GJ J. Glaucoma in China: how big is the problem? *Br J Ophthalmol.* 2001; 85(11):1277-82.
11. Kini MM, Leibowitz HM, Colton T, et al. Prevalence of senile cataract, diabetic retinopathy, senile macular degeneration, and open-angle glaucoma in the Framingham eye study. *Am J Ophthalmol.* 1978;85(1):28-34.
12. Alward W LM. Glaucoma. Los requisitos en Oftalmología. Madrid: Editorial Mosby; 2001.

13. Gómez –Ullua F, Ondategui S. Informe sobre la ceguera en España. [Monografía en Internet]. Santiago de Compostela; Fundación Retina Plus, Reino Unido; Ernest&Young; 2012 [acceso el 15 noviembre de 2012]. Disponible en: [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Informe\\_sobre\\_la\\_Ceguera\\_en\\_Espa%C3%B1a/\\$FILE/Informe\\_ceguera\\_Espana\\_web.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Informe_sobre_la_Ceguera_en_Espa%C3%B1a/$FILE/Informe_ceguera_Espana_web.pdf)
14. Cook C, Foster P. Epidemiology of glaucoma: what's new? *Can J Ophthalmol.* 2012; 47(3):223-6.
15. Antón A, Andrada MT, Mujica V, et al. Prevalence of primary open-angle glaucoma in a Spanish population: the Segovia study. *J Glaucoma.* 2004; 13(5):371-6.
16. Arffa RC. Grayson. Enfermedades de la córnea. 4ª Edición. Harcourt Brace. Madrid. 1999.
17. Tamm ER, Flugel C, Stefani FH, Lütjen –Drecoll E. Nerve endings with structural characteristics of mechanoreceptors in the human scleral spur. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1994; 35:1157-1166.

18. Tamm E, Flugel C, Stefani FH, Rohen JW. Contractile cells in the human scleral spur. *Exp Eye Res.* 1992; 54:531-543.
19. Alm A, Nilsson SF. Uveoscleral outflow--a review. *Exp Eye Res.* 2009;88:760-8.
20. Vila-Arteaga J, Vila-Mascarell E. Anatomía del ángulo. En: Vila-Arteaga J Martínez Belda R, editor. *Atlas fotográfico de gonioscopia.* Barcelona: Glosa; 2013. p. 19-29.
21. Alward WLM. *Color Atlas of Gonioscopy.* Second edition. San Francisco. American Academy of Ophthalmology, 2008.
22. Lütjen-Drecoll E, Rohen JW. Morphology of aqueous outflow pathways in normal and glaucomatous eyes. En: Ritch R, Shields MB Krupin (eds). *The Glaucomas.* St Louis: Mosby; 1996; p.89-123.
23. Bill A. The aqueous humor drainage mechanism in the *Cynomolgus* monkey (*Macaca irus*) with evidence for unconventional route. *Invest.Ophthalmol.* 1965; 4:911-

919.

24. Quigley HA. Neuronal death in glaucoma. *Prog. Retinal Eye Res.* 1998; 18(1):39-57.
25. Gothweii M. Functional interactions of neurotrophins and neurotrophins receptors. *Ann Rev Neurosci.* 1995; 18:223-253.
26. Osborne NN, Cazavielle C. Flupirtine, a nonopioid centrally acting anagesix, acts as an NMDA antagonist. *Gen pharmacol.* 1988; 30:255-263.
27. Nagata S. Apoptosis by death factor. *Cell.* 1997; 88:355-365.
28. Parisi V, Centofanti M, Ziccardi L, Tanga L, Michelessi M, Roberti G, Manni G. Treatment with citicoline eye drops enhances retinal function and neural conduction along the visual pathways in open angle glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2015; 253(8):1327-40.
29. Vidal-Sanz M, Lafuente MP, Mayor-Torroglosa S, Aguilera ME, Miralles de Imperial J, Villegas-Pérez MP.

- Brimonidine's neuroprotective effects against transient ischaemia-induced retinal ganglion cell death. *Eur J Ophthalmol.* 2001;11:36-40.
30. Martínez A, González F, Capeans C, Pérez R, Sánchez-Salorio M. Dorzolamide effect on ocular blood flow. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1999; 40: 1270-5.
31. Osborne NN, Cazeveille C, Carvalho AL, Larsen AK, DeSantis L. In vivo and in vitro experiments show that betaxolol is a retinal neuroprotective agent. *Brain Res.* 1997; 751:113-23.
32. Quigley HA. Clinical trials for glaucoma neuroprotection are not impossible. *Curr Opin Ophthalmol.* 2012; 23:144-154.
33. Hoyng PF, van Beek LM. Pharmacological therapy for glaucoma: a review. *Drugs.* 2000; 59(3):411-34.
34. Toris CB, et al. Effects of apraclonidine on aqueous humor dynamics in human eyes. *Ophthalmology.* 1995; 102:456-461.

35. Weinreb RN, Torgis CB, Gabelt BT, Lindsey JD, Kaufman PL. Effects of prostaglandins on the aqueous humor outflow pathways. *Surv Ophthalmol* 2002; 47(1): S53-S64.
36. Vila-Arteaga J., Vila-Mascarell E. Ordenando las técnicas quirúrgicas del glaucoma. *Arch Soc Esp Oftalmol*. 2014; 89(8):301-302.
37. Ahmed I. Glaucoma surgery: Today's solutions and promising new alternatives [Internet]. Glaucoma 360 educational program. Glaucoma Research Foundation, Ophthalmology Web and Santen, Inc.; 2013 (citado el 12 jul 2013). Disponible en: <http://cnpg.com/141173-Glaucoma-Surgery-Today-s-Solutions-Promising-New-Alternatives/>
38. Chen J, Cohn RA, Lin SC, Cortés AE, Alvarado JA. Endoscopic photocoagulation of the ciliary body for treatment of refractory glaucomas. *Am J Ophthalmol*. 1997; 124:787-96.

39. Lin SC. Endoscopic and transscleral cyclophotocoagulation for the treatment of refractory glaucoma. *J Glaucoma*. 2008; 17:238–47.
40. Vila-Arteaga J, Stirbu O, Suriano MM, Vila-Mascarell E. A new technique for diode laser cyclophotocoagulation. *J Glaucoma*. 2014; 23:35–6.
41. Muñoz G. Nonstitch suprachoroidal technique for T-Flux® implantation in deep sclerectomy. *J Glaucoma*. 2009; 18:262–4.
42. Vila Mascarell E, Illueca A, Vila Arteaga J. La «Espolonectomía» como variante en la cirugía no perforante: resultados preliminares. Madrid: I Congreso Sociedad Española de Glaucoma; 2006.
43. Suriano MM. Esclerectomía profunda no perforante con espolonectomía e implante supraciliar: una nueva propuesta para la cirugía no penetrante del glaucoma. Tesis Doctoral. Universitat de Valencia; 2013.
44. Domínguez A, Trabeculotomy “ab interno”. *Bull Mem*

- Soc Fr Ophtamol. 1973; 86:100–5.
45. Krasnov MM. Externalization of Schlemm's canal (Sinusotomy) in glaucoma. *Br J Ophthalmol.* 1968; 52:157-161.
46. Walker WM, Kanagasundaram CR. Surgery of the canal of Schlemm. *Trans Ophthalmol Soc UK.* 1964; 84:427-42.
47. El Sayyad F, Helal M, El-Kholify H, Khalil M, El-Maghraby A. Non penetrating deep sclerectomy versus trabeculectomy in bilateral primary open-angle glaucoma. *Ophthalmology.* 2000; 107:1671-1674.
48. Ke M, Guo J, Qian Z. Meta analysis of non-penetrating trabecular surgery versus trabeculectomy for the treatment of open angle glaucoma. *Med Sci.* 2011; 31:264-270.
49. Ambresin A, Shaarawy T, Mermoud A. Deep sclerectomy with collagen implant in one eye compared with trabeculectomy in the other eye of the same patient. *J Glaucoma.* 2002; 11:214–220.

50. Cillino S, Di Pace F, Casuccio A, Calvaruso L, Morreale D, Vadalà M et al. Deep sclerectomy versus punch trabeculectomy with and without phacoemulsification: a randomised clinical trial. *J Glaucoma*. 2004; 13:500–506.
51. Mermoud A, Ravinet E. Surgical technique. In: Mermoud A, Shaarawy T, Rich R. *Non penetrating glaucoma surgery*. England: Martin Dunitz; 2001. p. 97-108.
52. Muñoz Negrete FJ, Rebolleda G, Noval S. Facoesclerectomía profunda no perforante. Resultados y complicaciones. *Arch Soc Esp Oftalmol* 2003; 78:499-506.
53. Chiselita D. Non-penetrating deep sclerectomy versus trabeculectomy in primary open-angle glaucoma surgery. *Eye*. 2001; 15: 197–201.
54. Shaarawy T, Nguyen C, Schnyder C, Mermoud A. Five year results of viscocanalostomy. *Br J Ophthalmol*. 2003; 87: 441–445.
55. Ramos López FJ, Francés Muñoz E, López-Sánchez EV, Illueca Gil A, Vila Mascarell E. Estimación de la eficacia

de la esclerectomía profunda no perforante en el tratamiento quirúrgico del glaucoma al año de la cirugía.

Arch Soc Esp Oftalmol. 2003; 78(4):197-201.

56. Sifré Gil J, Gonzalez Tomás J, Moreno Nadal MA, Gonzalez Vidal J, Castelló Ramón A. Esclerectomía profunda no perforante en el glaucoma primario de ángulo abierto: nuestro resultado a medio plazo. Microcirugía Ocular. 1999; 7:129-133.

57. Moreno-Montañes J, Rebolleda G, Muñoz Negrete FJ. Prognostic value of gonioscopy after deep sclerectomy. Eur J Ophthalmol. 2007; 17: 702-708.

58. Hondur A, Onol M, Hasanreisoglu B. Nonpenetrating glaucoma surgery: meta-analysis of recent results. J Glaucoma. 2008; 17:139-146.

59. Sarodia U, Shaarawy T, Barton K. Nonpenetrating glaucoma surgery: a critical evaluation. Curr Opin Ophthalmol. 2007; 18:152-158.

60. Corcostegui J, Rebolleda G, Muñoz-Negrete FJ. Refractive changes after phacoemulsification combined with deep sclerectomy assisted by corneal topography. *J Cataract Refract Surg.* 2004; 30:2391-2396.
61. Shaarawy T, Mermoud A. Deep sclerectomy in one eye vs deep sclerectomy with collagen implant in the contralateral eye of the same patient: long-term follow-up. *Eye.* 2005; 19:298-302.
62. Netland PA. Nonpenetrating glaucoma surgery. *Ophthalmology* 2001; 108:416-421.
63. Shaarawy T, Mansouri K, Schnyder C, et al. Long-term results of deep sclerectomy with collagen implant. *J Cataract Refract Surg.* 2004; 30:1225-1231.
64. Schnyder CC, Ravinet E. Implants in non-penetrating filtering surgery. In: Mermoud A, Shaarawy T, eds, *Non-penetrating glaucoma surgery.* England: Martin Dunitz, 2001. p. 177-183.
65. Dahan E, Drusedau MU. Nonpenetrating filtration surgery

- for glaucoma: control by surgery only. *J Cataract Refract Surg.* 2000;26: 695–701.
66. Roy S, Mermoud A. Adjuvants to nonpenetrating surgery: drains and implants. *J Fr Ophtalmol.*2007; 29:1175-9.
67. Allingham RR, de Kater AW, Ethier CR. Schlemm's canal and primary open angle glaucoma: correlation between Schlemm's canal dimensions and outflow facility. *Exp Eye Res.* 1996; 62:101-109.
68. Tripathi RC. Ultrastructure of Schlemm's canal in relation to aqueous outflow. *Exp Eye Res.* 1968; 7:335-341.
69. Rossier A, Uffer S, Marmoud A. Aqueous dynamics in experimental ab externo trabeculectomy. *Ophthalmic Res.* 2000; 32:204-209.
70. Fernández-Buenaga R, Rebolleda G, Casas-Llera P, Muñoz-Negrete FJ, Pérez-López M. A comparison of intrascleral bleb height by anterior segment OCT using three different implants in deep sclerectomy. *Eye.* 2012; 26, 552–556.

71. Mavrakanas N, Mendrinos E, Shaarawy T. Postoperative IOP is related to intrascleral bleb height in eyes with clinically flat blebs following deep sclerectomy with collagen implant and mitomycin. *Br J Ophthalmol.* 2010; 94: 410–413.
72. Moreno-López M, Pérez-Álvarez MJ. Control tensional a corto y medio plazo de facoesclerectomía profunda no perforante sin implante escleral ni antimetabolito. *Arch Soc Esp Oftalmol.* 2006; 81:93-100.
73. Pérez-Rico C, Gutiérrez-Ortíz C, Moreno-Salgueiro A, González-Mesa A, Teus MA. Visante anterior segment optical coherence tomography analysis of morphologic changes after deep sclerectomy with intraoperative mitomycin-C and no implant use. *J Glaucoma.* 2014; 23:e86-e90.
74. Arcos D, Pérez del Real, Vallet-Regi M. A novel bioactive and magnetic biphasic material. *Biomaterials.* 2002; 23: 2151-2158.

75. Chiou AG, Mermoud A, Underdahl JP, Schnyder C. An ultrasound biomicroscopic study of eyes after deep sclerectomy with collagen implant. *Ophthalmology*. 1998;105: 746-750.
76. Galassi F, Giambene B. Deep sclerectomy with SkGel implant: 5-year results. *J Glaucoma*. 2008; 17:52-56.
77. Marchini G, Marraffa M, Brunelli C, Morbio R, Bonomi L. Ultrasound biomicroscopy and intraocular-pressure-lowering mechanisms of deep sclerectomy with reticulated hyaluronic acid implant. *J Cataract Refract Surg*. 2001; 27:507-517.
78. Scharioth GB. Canaloplasty re-establish the natural outflow in patients with chronic open-angle glaucoma. *J Curr Glaucoma Pract*, May-August 2010; 4(2):97-102.
79. Aptel F, Dumas S, Denis P. Ultrasound biomicroscopy and optical coherence tomography imaging of filtering blebs after deep sclerectomy with new collagen implante. *Eur J Ophthalmol*.2009; 19: 223-30.

80. Stirbu O, Vila-Arteaga J, Suriano M, Millá Griñó E, Buchacra O., Duch Tuesta S. A new implant for deep sclerectomy: Esnoper. *Journal of Current Glaucoma Practice*. 2011; 5(3): 40-43.
81. Loscos-Arenas J, Parera-Arranz A, Romera-Romera P, Castellvi-Manent J, Sabala-Llopart A, de la Cámara-Hermoso J. Deep sclerectomy with a new nonabsorbable uveoscleral implant (Esnoper-Clip): 1-year outcomes. *J Glaucoma*. 2015; 24(6):421-5.
82. Shaarawy T, Flammer J, Smits G, Mermoud A. Low first postoperative day intraocular pressure as a positive prognostic indicator in deep sclerectomy. *Br J Ophthalmol*. 2004; 88:658-661.
83. Rebolleda Fernández G. Características morfológicas de la ampolla de filtración filtrante. Clasificación y signos pronósticos. En: Rebolleda Fernández G, Muñoz Negrete FJ. *Manejo postoperatorio de la cirugía filtrante y sus complicaciones*. Madrid: Ed. Allergan SA. 2001. p. 11-18

84. Pitch G, Grehn F. Classification of filtering blebs in trabeculectomy: biomicroscopy and functionality. *Curr Opin Ophthalmol*.1998; 9:2-8.
85. Pitch G, Grehn F. Classification of filtering blebs: a correlation to outcome 3 months after trabeculectomy. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1997 (suppl); 38:S1060.
86. Vesti E. Filtering blebs: follow-up of trabeculectomy. *Ophthalmic Surg Lasers*. 1993; 24:249-255.
87. Marks JR, Siriwardena D, Wells A. A comparison of two grading systems for filtering blebs. *Invest Ophthalmol Vis Sci* .2000 (suppl); 41: S581.
88. Kronfeld PC. The mechanisms of filtering operations. *Trans Pac Coast Otoophthalmol Soc Annu Meet*. 1949; 33:23–40.
89. Grehn F, Mauthe S, Pfeiffer N. Limbus-based versus fornix-based conjunctival flap in filtering surgery. *Int Ophthalmol*. 1989; 13:139–143.
90. Lederer CM. Combined cataract extraction with

- intraocular lens implant and mitomycin-augmented trabeculectomy. *Ophthalmology*.1996; 103:1025–1034.
91. Clarke JCK, Wells AP, Sangermani CD, Marks JR, Crowston JG, Peto T, Leung I, Khaw PT. A System for Grading Filtration Blebs Following Trabeculectomy. Presentation 1201. ARVO 2003. [www.blebs.net](http://www.blebs.net).
92. Cantor LB, Mantravadi A, WuDunn D, Swamynathan K, Cortes A. Morphologic classification of filtering blebs after glaucoma filtration surgery: the Indiana Bleb Appearance and Grading Scale. *J Glaucoma*.2003; 12:266-271.
93. Wells AP, Ashraff NN, Hall RC, Purdie G. Comparison of two clinical Bleb grading systems. *Ophthalmology*. 2006; 113(1):77-83.
94. Ciancaglini M, Carpineto P, Agnifili L et al. Filtering bleb functionality: a clinical, anterior segment optical coherence tomography and in vivo confocal microscopy study. *J Glaucoma*. 2008; 17: 308-317.

95. Sing M, Chew PT, Friedman DS, et al. Imaging of trabeculectomy blebs using anterior segment optical coherence tomography. *Ophthalmology*. 2007; 114: 47-53.
96. Garcia Feijóo J, Pazos González A, Piñeiro Ces R, Cuiña Sardiña. Instrumentación y práctica de la exploración bioultrasónica. En: Sánchez Salorio M, García Feijóo J, Pazos González B. *Biomicroscopía ultrasónica en oftalmología*. Madrid: Tecnimedia Editorial S.L.;1998. p.17-36.
97. Pavlin CJ, Harasiewicz K, Sherar MD, Foster FS. Clinical use of ultrasound biomicroscopy. *Ophthalmology*. 1991; 98: 287-295.
98. Pavlin CJ, Harasiewicz K Foster FS. Eye cup for ultrasound biomicroscopy. *Ophthalmic Surg*. 1994; 25: 131-132.
99. Hamanaka T, Omata T, Sekimoto S, Sugiyama T, Fujikoshi Y. Bleb analysis by using anterior segment optical coherence tomography in two different methods of

- trabeculectomy. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2013; 54:6536–6541.
100. Yamamoto T, Sakuma T, Kitazawa Y. An ultrasound biomicroscopic study of filtering blebs after mitomycin C trabeculectomy. *Ophthalmology.* 1995; 102:1770–1776.
101. 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.
102. Martínez- Belló C, Capéans C, Sánchez-Salorio M. Ultrasound biomicroscopy in the diagnosis of supraciliochoroidal fluid after trabeculectomy. *Am J Ophthalmol.* 1999; 128:372-5.
103. Cabrejas Martínez L. Biomicroscopía ultrasónica en esclerectomía profunda no perforante: correlación morfológico-funcional tras un año seguimiento. Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá; 2010.

104. Martín Justicia A, Cintrano Gurrea M, Ceballos S. Bases teóricas para la interpretación. En: Muñoz Negrete FJ, Rebolleda G, Díaz LLopis M. Tomografía de Coherencia Óptica. Madrid: Sociedad Española de Oftalmología; 2011. p. 33-36.
105. Garg A. Optical Coherence Tomography: Current Technology and Future Applications En: Garg A. Anterior and Posterior Segment OCT: Current Technology and Future Applications. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd.; 2014. p. 1-9.
106. Lee R, Ahmed IK. Anterior segment optical coherence tomography: non-contact high resolution imaging of the anterior chamber. *Techniques in Ophthalmology*. 2006;4: 120–127.
107. Tominaga A, Miki A, Yamazaki Y, Matsushita K, Otori Y. The assessment of the filtering bleb function with anterior segment optical coherence tomography. *J Glaucoma*. 2010; 19:551–555.

108. Losada Bayo D, Ruiz Casas D, Almendral Gómez A *et al.* OCT: Recuerdo histórico y bases teóricas de funcionamiento. En: Muñoz Negrete FJ, Rebolleda G, Díaz Llopis M. Tomografía de Coherencia Óptica. Madrid: Sociedad Española de Oftalmología; 2011. p. 27-32
109. Izatt JA, Hee MR, Swanson EA, *et al.* Micrometer-scale resolution imaging of the anterior eye in vivo with optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol.* 1994; 112:1584-9.
110. Dada T, Gadia R, Vengayil S *et al.* Basic Principles. En: Dada T, Gadia R, Vengayil S *et al.* Anterior segment Imaging in Ophthalmology, UBM, Anterior Segment OCT, Pentacam. Jaypee Brothers Medical Publishers. New Delhi 2007.
111. Maldonado MJ, Ruiz-OL, 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; 107:81-7.
112. Kostanyan T, Wollstein G, Schuman JS New developments in optical coherence tomography. *Curr Opin Ophthalmol*. 2015; 26(2):110-5.
113. Lara Medina J, Ispa Callén C, Gonzalez del Valle F *et al*. OCT de segmento anterior: Dispositivos, correlación anatómica y principales aplicaciones. En: Muñoz Negrete FJ, Rebolleda G, Díaz Llopis M. *Tomografía de Coherencia Optica*. Madrid: Sociedad Española de Oftalmología; 2011.p.113-118.
114. Pinilla Lozano I. Futuro y limitaciones de la tomografía de coherencia óptica de dominio espectral. En: *Diagnóstico por imagen de la retina*. Jurgens Mestre I. *Diagnóstico por la imagen en la retina*. Madrid: Sociedad Española de Retina y Vítreo; 2014. p.115-119.
115. Ruiz-Moreno J. Estudios con OCT de alta penetración: EDI y Swept Source OCT. En: *Diagnóstico por imagen de*

- la retina. Jurgens Mestre I. Diagnóstico por la imagen en la retina. Madrid: Sociedad Española de Retina y Vítreo; 2014. p. 109-114.
116. Muñoz Negrete FJ, Ruiz Casas D, Losada D, et al. Características diferenciales de las tecnologías OCT disponibles. En: Muñoz Negrete FJ, Rebolleda G, Díaz Llopis M. Tomografía de Coherencia Optica. Madrid: Sociedad Española de Oftalmología; 2011. p.61-62.
117. Fernández -Vigo Lopez J, Almorin Fernández-Vigo A, Macarro Merino A. RTVue Fourier Domain OCT. Modelo: RT 1000. En: Muñoz Negrete FJ, Rebolleda G, Díaz Llopis M. Tomografía de Coherencia Optica. Madrid: Sociedad Española de Oftalmología; 2011.p. 92-99.
118. Ferreras A, Pablo LE, Garway-Heath DF, Fogagnolo P, García-Feijoo J. Mapping standard automated perimetry to the peripapillary retinal nerve fiber layer in glaucoma. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2008; 49(7):3018-25.

119. Pierro L, Gagliardi M, Iuliano L, et al. Retinal nerve fiber layer thickness reproducibility using seven different OCT instruments. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012; 53:5912-20.
120. Leung CK, Cheung CY, Weinreb R, et al. Retinal nerve fiber layer imaging with spectral-domain optical coherence tomography: a variability and diagnostic performance study. *Ophthalmology.* 2009; 116:1257-63.
121. Nakano N, Hangai M, Nakanishi H, et al. Macular ganglion cell layer imaging in preperimetric glaucoma with speckle noise-reduced spectral domain optical coherence tomography. *Ophthalmology.* 2011; 118:2414-26.
122. Barrancos C, Rebolleda G, Oblanca N, Cabarga C, Muñoz-egrete FJ. Changes in lamina cribosa and prelaminar tissue after deep sclerectomy. *Eye (Lond).* 2014; 28(1):58-65.
123. Lee EJ, Kim TW, Weinreb RN, Park KH, Kim SH, Kim DM. Visualization of the lamina cribrosa using enhanced

- depth imaging spectral-domain optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol.* 2011; 152(1):87–95.
124. Radhakrishnan S, Huang D, Smith SD. Optical coherence tomography imaging of the anterior chamber angle. *Ophthalmol Clin North Am.* 2005; 18:375-381.
125. Wang D, Lin S. New developments in anterior segment optical coherence tomography for glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol.* 2016; 27(2):111-7.
126. Wong HT, Lim MC, Sakata LM, et al. High-definition optical coherence tomography imaging of the iridocorneal angle of the eye. *Arch Ophthalmol.* 2009; 127:256-260.
127. Fernández-Vigo JI, Fernández-Vigo JM, Martínez de la Casa JM, et al. Identificación de estructuras del ángulo iridocorneal mediante tomografía de coherencia óptica de dominio Fourier. *Arch Soc Esp Oftalmol.* 2016; 91(2):74-80.
128. Labbé A, Hamard P, Iordanidou V, Dupont-Monod S, Baudouin C. Utility of the Visante OCT in the follow-up of

- glaucoma surgery. *J Fr Ophtalmol.* 2007; 30:225-231.
129. Müller M et al. Filtering bleb evaluation with slit-lamp-adapted 1310-nm optical coherence tomography. *Curr Eye Res.* 2006; 31:909-915.
130. Mermoud A, Schnyder CC, Sickenberg M, Chiou AG, Hédiguer SE, Faggioni R. Comparison of deep sclerectomy with collagen implant and trabeculectomy in open angle glaucoma. *J Cataract Refract Surg.* 1999; 25:323-331.
131. Yamin M, Quentin CD. Results and complications after deep sclerectomy. *Ophthalmologe.* 2002; 99: 171–175.
132. Chiou AG, Mermoud A, Jewelewicz DA. Post-operative inflammation following deep sclerectomy with collagen implant versus standard trabeculectomy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 1998; 236: 593–596.
133. Roy S, Mermoud A. Complications of deep nonpenetrating sclerectomy. *J Fr Ophtalmol.* 2006; 29:1180–1197.
134. Sanchez E, Schnyder CC, Sickenberg M, Chiou AG,

- Hédiguer SE, Mermoud A. Deep sclerectomy: results with and without collagen implant. *Int Ophthalmol.* 1996; 20:157–162.
135. Tuli SS, WuDunn D, Ciulla TA, Cantor LB. Delayed suprachoroidal hemorrhage after glaucoma filtration procedures. *Ophthalmology.* 2001; 108:1808-11.
136. Ates H, Andac K, Uretmen O. Non-penetrating deep sclerectomy and collagen implant surgery in glaucoma patients with advanced field loss. *Int Ophthalmol.* 1999; 23:123–128.
137. Dahan E , Ravinet E , Ben-Simon GJ, Mermoud A. Comparison of the efficacy and longevity of nonpenetrating glaucoma surgery with and without a new, nonabsorbable hydrophilic implant. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging.* 2003; 34:457– 463.
138. Ravinet E, Tritten JJ, Roy S, Gianoli F, Wolfensberger T, Schnyder C, Mermoud A. Descemet membrane detachment after nonpenetrating filtering surgery. *J*

Glaucoma. 2002; 11: 244–252.

139. Al Obeidan SA. Migration of reticulated hyaluronic acid implant (SK-Gel®) following deep sclerectomy. *Int Ophthalmol.* 2010;30(3):329-31.
140. Luke C, Dietlein TS, Roters S, et al. Implant exposure after viscocanalostomy with reticulated hyaluronic acid (SK-Gel®). *Ophthalmologe.* 2004; 101:1220-3.
141. Taherian K, Anand N. Exudative retinal detachment following deep sclerectomy in Sturge-Weber syndrome. *Eye.* 2007; 21: 842–843.
142. Chiou AG, Mermoud A, Hediguer SE. Malignant ciliary block glaucoma after deep sclerotomy—ultrasound biomicroscopy imaging. *Klin Monatsbl Augenheilkd.* 1996; 208: 279–281.
143. Pastor JC, Maquet JA. Complicaciones del tratamiento del glaucoma. Valladolid: Universidad de Valladolid; 1991. p. 49-51.

144. Cheng JW, Cheng SW, Cai JP. Systematic overview of the efficacy of nonpenetrating glaucoma surgery in the treatment of open angle glaucoma. *Med Sci Monit.* 2011; 17(7):155-63.
145. Mermoud A, Schnyder CC. Nonpenetrating filtering surgery in glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol.* 2000; 11(2):151-7.
146. García Feijoo J, García Sánchez J. Conceptos generales y objetivos del tratamiento quirúrgico. Cuando pasar a la cirugía. En: García Sánchez J, Honrubia López FM, García Feijoo J, Pablo Júlvez L. Diagnóstico y tratamiento del glaucoma de ángulo abierto. Madrid: Sociedad Española de Oftalmología; 2013. p. 381-387.
147. Urcelay JL, Cuesta T, Monsalve B. Efectos adversos de la medicación hipotensora antiglaucomatosa. En: García Sánchez J, Honrubia López FM, García Feijoo J, Pablo Júlvez L. Diagnóstico y tratamiento del glaucoma de

- ángulo abierto. Madrid: Sociedad Española de Oftalmología; 2013. p. 349-378.
148. Hwang YH, Kim YY, Kim HK, Sohn YH. Ability of Cirrus high-definition spectral-Domain Optical Coherencia Tomography clockk-hour, deviation, and thickness maps in detecting photographic retinal nerve fiber layer abnormalities. *Ophthalmology*. 2013; 28:1270-5.
149. Chauhan BC, Garway-Heth DF, Goño FJ, Rosstti L, Bengtsson B, Viswanathan AC, Heijl A. Practical recommendations for measuring ratos of visual field cahnge in glaucoma. *Br J Ophthalmol*. 2008; 92: 569-73.
150. Leske MC, Heijl A, Hyman L, Bengtsson B. Early Manifest Glaucoma Trial: design and baseline data. *Ophthalmology*. 1999; 106(11): 2144-2153.
151. The Advanced Glaucoma Intervention Study (AGIS): 7. The relationship between control of intraocular pressure and visual field deterioration. The AGIS Investigators. *Am J Ophthalmol*. 2000; 130(4):429-440.

152. Johnson DH, Johnson M. How does nonpenetrating glaucoma surgery work? Aqueous outflow resistance and glaucoma surgery. *J Glaucoma*. 2001; 10(1):55-67.
153. Lachkar Y, Neveraskiene J, Jeanteur-Lunel MN, Gracies H, Berkani M. Nonpenetrating deep sclerectomy: a 6-year retrospective study. *Eur J Ophthalmol*. 2004; 14(1):26-36.
154. Razeghinejad MR, Spaeth GL. A history of the surgical management of glaucoma. *Optom Vis Sci*. 2011; 88(1):E39-47.
155. Poulsen EJ, Allingham RR. Characteristics and risk factors of infections after glaucoma filtering surgery. *J Glaucoma*. 2000; 9(6):438-43.
156. Vila-Arteaga J, Díaz-Céspedes RA, Suriano MM. Iris plateau secundario a quistes de iris. *Arch Soc Esp Oftalmol*. 2015; 90(11): 542-545.
157. Kim DY, Sung KR, Kang SY, Cho JW, Lee KS, Park SB, et al. Characteristics and reproducibility of anterior

- chamber angle assessment by anterior-segment optical coherence tomography. *Acta Ophthalmol.* 2011; 89:435–41.
158. Yao BQ, Wu LL, Zhang C, Wang X. Ultrasound biomicroscopic features associated with angle closure in fellow eyes of acute primary angle closure after laser iridotomy. *Ophthalmology.* 2009; 116(3):444-448.
159. 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; 33:837-840.
160. Gutiérrez-Ortiz C, Pérez-Rico C, Moreno-Salgueiro A, González-Mesa A. Visante Anterior Segment Optical Coherence Tomography Analysis of Morphologic Changes in the Anterior Segment Structures after Deep Sclerotomy Versus Phaco-Deep Sclerotomy with Intraoperative Mitomycin-C and No Implant Use. *Semin Ophthalmol.* 2015; 13:1-7.

161. Bouhéraoua N, Hamard P, Iordanidou V, Brasnu E, Dupond-Monod S. Assessment of anterior segment anatomy by OCT after non penetrating deep sclerectomy. *J Fr Ophthalmol.* 2012; 35(10):760-767.
162. Maslin S, Barkana Y, Dorairaj SK. Anterior segment imaging in glaucoma: an updated review. *Indian J Ophthalmol.* 2015; 63(8): 630-640.
163. Shabana N, Aquino MC, See J, Ce Z, Tan AM, Nolan WP, et al. Quantitative evaluation of anterior chamber parameters using anterior segment optical coherence tomography in primary angle closure mechanisms. *Clin Experiment Ophthalmol.* 2012; 40:792–801.
164. Dada T, Gadia R, Sharma A, Ichhpujani P, Bali SJ, Bhartiya S, et al. Ultrasound biomicroscopy in glaucoma. *Surv Ophthalmol.* 2011; 56:433–50.
165. Radhakrishnan S, Goldsmith J, Huang D, Westphal V, Dueker DK, Rollins AM, et al. Comparison of optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy for

- detection of narrow anterior chamber angles. *Arch Ophthalmol.* 2005; 123:1053–9.
166. Kiddee W, Trope GE. Glaucoma tube imaging using anterior segment optical coherence tomography in patients with opaque cornea. *J Glaucoma.* 2013; 22:773–5.
167. Day AC, Garway-Heath DF, Broadway DC, Jiang Y, Hayat S, Dalzell N, et al. Spectral domain optical coherence tomography imaging of the aqueous outflow structures in normal participants of the EPIC-Norfolk eye study. *Br J Ophthalmol.* 2013; 97:189–95.
168. Savini G, Zanini M, Barboni P. Filtering blebs imaging by optical coherence tomography. *Clin Experiment Ophthalmol.* 2005; 33:483–9.
169. Bambó Rubio P, Fernández Arenas B, Güerri N. Trabeculectomía. En Urcola Carrera JA, Vila Arteaga J. *OCT de segmento anterior: glaucoma, córnea y cristalino.* Madrid. Sociedad Española de Oftalmología; 2016. p. 58-62.

170. Lanzagorta Aresti A, Davó Cabrera JM, Alcocer Yuste P. Esclerectomía profunda no perforante con implante. En Urcola Carrera JA, Vila Arteaga J. OCT de segmento anterior: glaucoma, córnea y cristalino. Madrid. Sociedad Española de Oftalmología; 2016. p. 62- 66.
171. Loscos Arenas J. Cirugía del glaucoma mediante esclerectomía profunda no perforante con implante supraciliar: resultados a 24 meses, factores asociados a la eficacia y estudio mediante biomicroscopía ultrasónica. Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona. 2013.
172. Alcocer Yuste P, Lanzagorta Areste J, Mataix Boronat J, Vila Arteaga J. Estudio de espacio supracoroideo mediante técnicas de imagen del segmento anterior. En Urcola Carrera JA, Vila Arteaga J. OCT de segmento anterior: glaucoma, córnea y cristalino. Madrid. Sociedad Española de Oftalmología; 2016. p.76-84.

173. Vila Arteaga J, Suriano MM, Vila Mascarell E. Espolonectomía. En En Urcola Carrera JA, Vila Arteaga J. OCT de segmento anterior: glaucoma, córnea y cristalino. Madrid. Sociedad Española de Oftalmología; 2016. p. 73-75.
174. Belda JI, Montalban R, Schargel K, Muñoz G. Aplicaciones clínicas de la OCT-SA en EPNP. En “Tomografía de Coherencia Óptica”. Madrid. Sociedad Española de Oftalmología; 2011. p. 684-688.
175. Moreno Montañes J. La atalamia y el desprendimiento de coroides tras cirugía filtrante de glaucoma. En Rebolleda Fernández G, Muñoz Negrete JF. Manejo postoperatorio de la cirugía filtrante y sus complicaciones. Madrid: Ed. Allergan SA; 2001. p. 63-71.
176. Bissig A, Rivier D, Zaninetti M, et al. Ten years follow-up after deep sclerectomy with collagen implant. J Glaucoma. 2008; 17(8):680-6.

177. Bonilla R, Loscos J, Valldeperas X, Parera MA, Sabala A. Supraciliary hema implant in combined deep sclerectomy and phacoemulsification: one year results. *Open Ophthalmol J.* 2012; 6:59-62.
178. Ravinet E, Bovey E, Mermoud A. T-Flux implant versus Healon GV in deep sclerectomy. *J Glaucoma.* 2004;13:46-50.
179. Mansouri K, Tran HV, Ravinet E, Mermoud A. Comparing deep sclerectomy with collagen implant to the new method of very deep sclerectomy with collagen implant: a single-masked randomized controlled trial. *J Glaucoma.* 2010; 19(1):24-30.
180. AGIS Investigators. The Advanced Glaucoma Intervention Study (AGIS): 12. Baseline risk factors for sustained loss of visual field and visual acuity in patients with advanced glaucoma. *Am J Ophthalmol.* 2002; 134(4):499-512.

181. Mermoud A, Karlen ME, Schnyder CC, Sickenberg M, Chiou AG, Hédiguer SE et al. Nd:Yag goniopuncture after deep sclerectomy with collagen implant. *Ophthalmic Surg Lasers*. 1999; 30:120-125.
182. Mendrinos E, Mermoud A, Shaarawy T. Nonpenetrating glaucoma surgery. *Surv Ophthalmol*. 2008; 53:592-630.
183. Mansouri K, Mendrinos E, Shaarawy T, Dosso A. Visualization of the trabeculo-Descemet membrane in deep sclerectomy after Nd:YAG goniopuncture: an in vivo confocal microscopy study. *Arch Ophthalmol*. 2011; 129:1305-1310.
184. Anand N, Pilling R. NdYAG laser goniopuncture after deep sclerectomy: outcomes. *Acta Ophthalmol*. 2010;88:110-115.
185. Kim CY, Hong YJ, Seong GJ, Koh HJ, Kim SS. Iris synechia after laser goniopuncture in a patient having deep sclerectomy with a collagen implant. *J Cataract Refract Surg*. 2002;28:900-902.

186. D'Eliseo D, Pastena B, Longanesi L, Grisanti F, Negrini V. Comparison of deep sclerectomy with implant and combined glaucoma surgery. *Ophthalmologica*. 2003; 217: 208–211.
187. Yuen NS, Chan OC, Hui SP, Ching RH. Combined phacoemulsification and nonpenetrating deep sclerectomy in the treatment of chronic angle-closure glaucoma with cataract. *Eur J Ophthalmol* 2007; 17: 208–215.
188. Schreyger F, Scharioth G, Baatz H. SK-Gel® Implant versus T-Flux® Implant in the Contralateral Eye in Deep Sclerectomy with Phacoemulsification: Long-Term Follow-Up. *Open Ophthalmol J*. 2008 Mar 28; 2:57-61.
189. Sanchez E, Schnyder CC, Mermoud A. Comparative results of deep sclerectomy transformed to trabeculectomy and classical trabeculectomy]. *Klin Monatsbl Augenheilkd*. 1997; 2010(5):261-4.
190. Grieshaber MC, Schoetzau A, Flammer J, Orgül S. Postoperative microhyphema as a positive prognostic

- indicator in canaloplasty. *Acta Ophthalmol.* 2013; 91(2):151-6.
191. Vuori ML. Complications of Neodymium: YAG laser goniopuncture after deep sclerectomy. *Acta Ophthalmol Scand.* 2003; 81:573-576.
192. Karlen M, Sanchez E, Schnyder CC, et al. Deep sclerectomy with collagen implant: medium term results. *Br J Ophthalmol.* 1999; 83(1):6-11.
193. Loscos J, Valleperas X, Langohr. Deep sclerectomy with supraciliary hema implant (Esnoper®V-2000): results and complications. *Int Ophthalmol.* 2015 Oct;35(5):693-9.
194. Urcola Carrera JA; Urbano M, Fernández de Retama I, Dalmaso C. Esclerectomía profunda no perforante sin implante. En Urcola Carrera JA, Vila Arteaga J. *OCT de segmento anterior: glaucoma, córnea y cristalino.* Madrid. Sociedad Española de Oftalmología; 2016. p. 66-73.
195. Vila Arteaga J, Vila Mascarell E, Robles Sánchez A. Anatomía de la vía úveo-escleral. En Lavín Dapena,

- Alcocer Yuste P. Cirugía microincisional del glaucoma. Madrid. Sociedad Española de Oftalmología; 2016: p. 61-66.
196. Mishima HK, Shoge K, Takamatsu M, Kiuchi Y, Tanaka J. Ultrasound biomicroscopic study of ciliary body thickness after topical application of pharmacologic agents. *Am J Ophthalmol.* 1996; 121:319-321.
197. Marchini G, Ghilotti G, Bonadimani M, Babighian S. Effects of 0.005% latanoprost on ocular anterior structures and ciliary body thickness. *J Glaucoma.* 2003;12:295- 300.
198. Becker B. The decline in aqueous secretion and outflow facility with age. *Am J Ophthalmol.* 1958; 46:731-736.
199. Gaasterland D, Kupfer C, Milton R, Ross K, Mc Cain L, MacLellan H. Studies of aqueous humour dynamics in man. VI. Effect of age upon parameters of intraocular pressure in normal human eyes. *Exp Eye Res.* 1978;26:651-656.

200. Croft MA, Oyen MJ, Gange SJ, Fisher MR, Kaufman PL. Aging effects on accommodation and outflow facility responses to pilocarpine in humans. *Arch Ophthalmol.* 1996;114:586-592.
201. Contreras I, Noval S, Muñoz-Negrete FJ, Rebolleda G, García-Feijoó J, de la Cámara J. Biomicroscopía ultrasónica en esclerectomía profunda no perforante con un nuevo implante. *Arch Soc Esp Oftalmol.* 2006; 81:445-450.
202. Chihara W, Hayashi K. Effect of a fenestration between an intrascleral lake and supraciliary space on deep sclerectomy. *J Glaucoma.* 2016 Apr;25(4):299-307.
203. Kazakova D, Roters S, Schnyder CC, Achache F, Jonescu-Cuypers C, Mermoud A et al. Ultrasound biomicroscopy images: long-term results after deep sclerectomy with collagen implant. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2002; 240:918-923.
204. Sugimoto K, Ito K, Esaki K, Miyamura M, Sasoh M, Uji

Y. Supraciliochoroidal fluid at an early stage after trabeculectomy. Nippon Ganka Gakkai Zasshi, 2001; 105:766-70.