



## Trabajo Fin de Grado

Comparación de resultados a un año de cirugía de glaucoma con trabeculectomía e implante XEN

Comparison of results at one year of glaucoma surgery with trabeculectomy and XEN implant

Autor

Elena Ocaso Cortés

Director/es

María Isabel Fuertes Lázaro

Enrique Fuentemilla Manzanares

Facultad de Ciencias

2018/2019

## **RESUMEN:**

El glaucoma es una neuropatía óptica progresiva e irreversible que produce una disminución del campo visual y puede conducir a la ceguera. El tratamiento empleado en esta enfermedad tiene como objetivo disminuir la PIO (presión intraocular), una reducción de PIO ayuda a frenar el daño al nervio óptico. En las etapas iniciales el tratamiento que se utiliza es un fármaco, si este tratamiento no funciona se aplica tratamiento láser o tratamiento quirúrgico, donde se desarrollan los MIGS (MINIMALLY INVASIVE GLAUCOMA SURGERY). El objetivo principal de este trabajo es comparar dos técnicas diferentes para el tratamiento de glaucoma: una cirugía convencional, trabeculectomía, y un método a priori más sencillo, menos invasivo, más seguro y de recuperación más rápida, implante XEN. En cada una de estas técnicas se evaluó: AV (agudeza visual), PIO, TTO (tratamiento) y DM CV (desviación media del campo visual) pre cirugía y post cirugía, también se analizaron las complicaciones encontradas al día siguiente de la cirugía (hifema, hipotonía, desprendimiento coroideo, necesidad de una segunda cirugía) y al año de la cirugía. Por último se compararon los resultados obtenidos en cada una de las dos cirugías. Los resultados obtenidos son que la trabeculectomía presenta cambios significativos en las variables PIO y TTO al año de la cirugía, en cambio, en el implante XEN aunque sí que hay una mejora en las variables PIO, TTO y DM CV no se producen cambios significativos al año de la cirugía. En cuanto a las complicaciones encontradas son muy similares en ambas cirugías.

## **ABSTRACT:**

The glaucoma is a progressive and irreversible optic neuropathy that produces visual field loss and this disease can lead to blindness. The treatment used for this disease aims to reduce IOP, a reduction in IOP helps curb damage to the optic nerve. During the initial stages, a medication is administered to the patient in order to treat the disease. However, if this option does not work, it becomes necessary to apply laser treatment or surgical treatment, where MIGS (MINIMALLY INVASIVE GLAUCOMA SURGERY) are developed. The main objective of this paper is to compare two different glaucoma treatment techniques. First, a conventional surgery known as trabeculectomy; and secondly, a simpler, less invasive, safer and faster recovery a priori method, known as XEN implant. In each of these techniques, VA (visual acuity), IOP (intraocular pressure), treatment and mean deviation of the visual field pre- and post-surgery have been evaluated. Additionally, all the complications found the day after surgery such as hyphemia, hypotonia, choroid detachment or need for a second surgery have been also studied, as well as the issues found one year after surgery. Finally, the results obtained in each of the two surgeries have been compared. According to these results, trabeculectomy presents significant changes in the IOP and treatment variables one year after the surgery. By contrast, with regard to the XEN implant, although there is an improvement in IOP, treatment and mean deviation of the visual field instead variables, it is not possible to see great significant changes one year after the surgery. Regarding to the complications found in both surgeries, it is worthy mentioning that they are very similar.

## ABREVIATURAS:

- AV: agudeza visual.
- CA: cámara anterior.
- CFNR: capa de fibras nerviosas de la retina.
- DM CV: desviación media del campo visual.
- ECC: espesor corneal central.
- GPAA: glaucoma primario de ángulo abierto.
- GPAC: glaucoma primario de ángulo cerrado.
- HRT: Heidelberg Retina Tomograph.
- LH: lámpara de hendidura.
- MIGS: minimally invasive glaucoma surgery.
- OCT: tomografía de coherencia óptica.
- PIO: presión intraocular.
- TTO: tratamiento.

## **ÍNDICE:**

<b>1. INTRODUCCIÓN:.....</b>	<b>1</b>
1.1 DEFINICIÓN:.....	1
1.2 EPIDEMIOLOGIA: .....	1
1.3 FACTORES DE RIESGO.....	1
1.4 DIAGNÓSTICO.....	2
1.5 TRATAMIENTO:.....	4
<b>2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS .....</b>	<b>7</b>
<b>3. METODOLOGÍA:.....</b>	<b>8</b>
3.1 SUJETOS.....	8
3.2 EXPLORACION OFTALMOLÓGICA.....	8
3.3 FÁRMACOS UTILIZADOS EN LA CIRUGÍA:.....	11
3.4 MATRIZ DE COLÁGENO USADA DURANTE LA CIRUGÍA:.....	12
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	12
<b>4. RESULTADOS:.....</b>	<b>13</b>
<b>5. DISCUSIÓN .....</b>	<b>18</b>
<b>6. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>20</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>21</b>

## 1. INTRODUCCIÓN:

### 1.1 DEFINICIÓN:

El glaucoma es una neuropatía óptica progresiva e irreversible que provoca una lesión del nervio óptico, de la capa de fibras nerviosas de la retina (CFNR) y de la capa de células ganglionares (CCG)<sup>1</sup>. Esto puede conducir a una pérdida severa del campo visual y a la ceguera<sup>2</sup>.

Principalmente se pueden considerar 2 tipos de glaucomas<sup>2</sup>:

- Glaucoma primario de ángulo abierto (GPAA): en este caso el ángulo iridiocorneal permanece abierto. Está asociado con la dificultad de drenaje del humor acuoso, que produce un aumento de la presión intraocular (PIO), causando el consiguiente daño en el nervio óptico<sup>1</sup>.
- Glaucoma primario de ángulo cerrado (GPAC): presenta un contacto del iris con la malla trabecular, obstruyendo el flujo de salida del humor acuoso, y aumentando secundariamente la PIO.

### 1.2 EPIDEMIOLOGÍA:

El glaucoma es la segunda causa de ceguera a nivel mundial. Se estima que hay 60 millones de personas con glaucoma y aproximadamente 8.4 millones de personas que son ciegas a causa del glaucoma<sup>3</sup>.

Entre la población blanca de más de 40 años se estima una prevalencia de GPAA entre el 1,1% y el 2,1%. La prevalencia en la población negra es de 3 a 4 veces mayor, con un riesgo de ceguera cuádruple. Esta disparidad racial aumenta con la edad, multiplicándose por 15 la probabilidad de ceguera por GPAA en la población negra entre 45 y 65 años<sup>4</sup>.

La prevalencia de GPAC entre la población blanca de EE.UU y Europa, se calcula en torno al 0,1%. En poblaciones esquimales de las regiones árticas esta prevalencia es de 20 a 40 veces superior a la de la población blanca<sup>4</sup>.

### 1.3 FACTORES DE RIESGO

Los factores de riesgo para el glaucoma son múltiples, y se pueden dividir en dos grupos:

- Oftalmológicos: PIO elevada (generalmente se debe a una dificultad de drenaje trabecular del humor acuoso que se realiza a través del complejo malla trabecular- canal de Schlemm- sistema venoso<sup>3</sup>) (*figura 1*), miopía elevada, antecedentes familiares de glaucoma y espesor corneal central bajo (los

pacientes con corneas más finas tienen mayor riesgo de sufrir glaucoma, con independencia de la relación con la PIO)<sup>5</sup>.

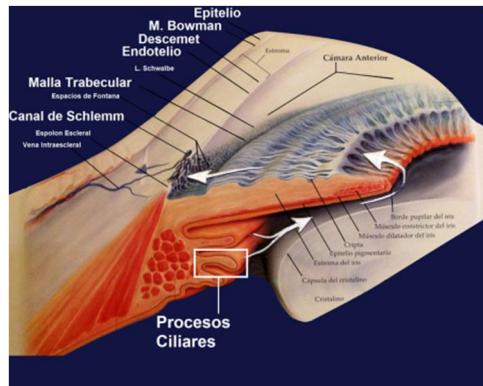


Figura 1. Drenaje trabecular del humor acuoso<sup>6</sup>.

- Sistémicos: edad avanzada, raza negra, diabetes mellitus, y enfermedades de origen vasoespástico (migraña, síndrome de Reynaud)<sup>5</sup>.

#### 1.4 DIAGNÓSTICO

El diagnóstico del glaucoma se basa, principalmente, en la realización de pruebas funcionales y estructurales.

##### PRUEBAS FUNCIONALES:

- AV: ésta se puede conservar hasta que la enfermedad está muy avanzada, debido a que la pérdida del campo visual inicial es periférica.
- Reflejos pupilares: el glaucoma unilateral o asimétrico puede producir un defecto pupilar aferente relativo<sup>7</sup> cuando el daño del nervio óptico es muy importante en el ojo más afectado.
- Campo visual automatizado: el campo visual estudia todo el trayecto de la vía óptica, desde el nervio óptico hasta la corteza cerebral<sup>8</sup>. El glaucoma respeta el área central hasta las últimas fases del glaucoma. En las fases iniciales es asintomático y luego la afectación va aumentando progresivamente. Los defectos incipientes más comunes son: escotomas paracentrales, nasales y arqueados<sup>7</sup>.

Actualmente la prueba de perimetría estándar más utilizada es la perimetría automatizada blanco-blanco. En ésta se le presenta al paciente un estímulo luminoso blanco sobre un fondo blanco en cada punto del campo visual, aumentando o disminuyendo la intensidad hasta que se determina el umbral<sup>8</sup>.

##### PRUEBAS ESTRUCTURALES:

- Gonioscopia: Con esta técnica se visualizan las estructuras del ángulo de la cámara anterior (CA)<sup>7</sup>. Según la clasificación de Shaffer, midiendo el ángulo

delimitado por la superficie interior de la malla trabecular y la superficie anterior del iris, se prevén 5 grados de apertura<sup>9</sup>: Grado 4: ángulo de 45º. Se visualiza el cuerpo ciliar.

Grado 3: ángulo mayor de 20º pero menor de 45º. Se visualiza el espolón escleral.

Grado 2: ángulo de 20º. Posible cierre angular. Se identifica la malla trabecular.

Grado 1: ángulo de 10º. Se identifica la línea de Schwalbe.

Grado 0: Iris contacta con la malla trabecular. Cierre angular.

- Lámpara de hendidura (LH): mediante este instrumento también se puede cuantificar el ángulo iridiocorneal empleando la técnica de Van Herick (compara el espesor corneal con la profundidad de la CA)<sup>9</sup>:

Grado 4: 35º-45º. Profundidad de la CA mayor que el espesor corneal.

Grado 3: 20º-35º. Profundidad de la CA es igual o mayor que la mitad del espesor corneal.

Grado 2: 20º. Profundidad de la CA igual a la ¼ del espesor corneal.

Grado 1: 10º. Profundidad de la CA menor que ¼ del espesor corneal.

- Paquimetría: se usa para medir el espesor corneal. Existe una relación entre el espesor corneal central (ECC) y la PIO medida por la tonometría de aplanación de Goldmann: a mayor espesor corneal, mayor será el valor de PIO, al precisar mayor presión para la aplanación corneal. Además, los pacientes con glaucoma que tienen valores bajos de ECC, tienden a tener una enfermedad más avanzada que los pacientes con valores elevados<sup>7</sup>. Un ECC fino se considera aquel menor de 555 µm, normal entre 556 y 570 µm y elevado por encima de 571 µm<sup>10</sup>.

- Tonometría: se utiliza para medir la PIO. El Gold Standard es la Tonometría de aplanación de Goldmann. Para valorar si la PIO medida por tonometría de aplanación de Goldmann está dentro de los valores normales o no, se debe tener en cuenta la paquimetría. No obstante, no existe una fórmula de corrección válida según paquimetría hasta la fecha. Con una paquimetría normal los valores de la PIO deberán oscilar entre 12-22 mmHg.

- Retinografía: permite adquirir imágenes del fondo de ojo. La pérdida de células ganglionares de la retina, con la consecuente disminución de sus axones (CFNR) produce un aumento de la excavación papilar, siendo característico, además, un adelgazamiento del tejido del borde neurorretiniano en el sector inferior del nervio óptico<sup>11</sup> y un estrechamiento y desplazamiento hacia nasal de los vasos principales que rodean la papila<sup>12</sup>.

- Tomografía de Coherencia Óptica (OCT): examina: el disco óptico, el anillo neurorretiniano (mediante la apertura de la membrana de Bruch), la excavación, la relación entre el disco y la excavación y el espesor de la CFNR peripapilar (se observará disminuida en un paciente glaucomatoso)<sup>7</sup>. En la figura 2 se puede observar el OCT de un paciente glaucomatoso.

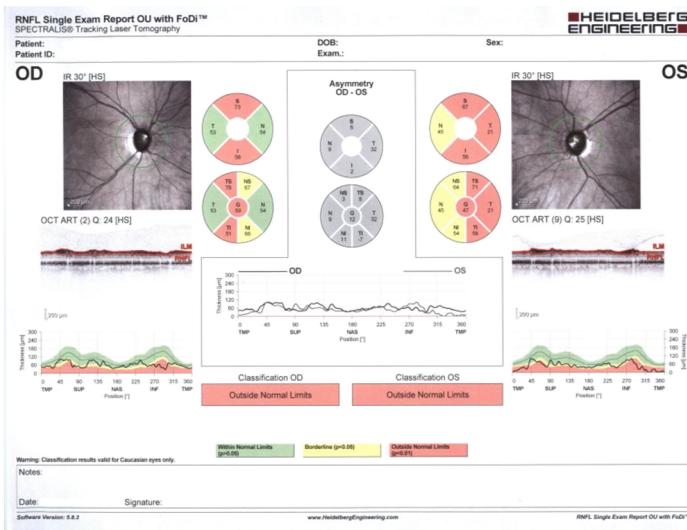


Figura 2. OCT- Spectralis en paciente glaucomatoso<sup>13</sup>.

- **HRT:** ofrece múltiples parámetros cuantitativos que informan de la morfología papilar: área del disco, área de la excavación, área del anillo, relación excavación/área del disco, medida de la morfología de la excavación (suele ser un valor negativo en ojos sanos), y el espesor medio de la CFNR<sup>14</sup>. También proporciona un análisis de regresión de Moorfields que clasifica la papila óptica del paciente, comparando la relación entre el área del anillo neorretiniano y la excavación, con los resultados de una base de datos normativa para el tamaño papilar y edad del paciente<sup>14</sup>.
- **GDX:** estudia la CFNR. En los resultados se ofrece un mapa de espesores de CFNR, en el que en un ojo glaucomatoso los colores predominantes serán azules (menor espesor); también un mapa de desviación, en el que cada super píxel es comparado con una base de datos de un ojo sano según la edad; y por último se presenta el mapa TSNIT, que representa la diferencia de espesores de la CFNR medida alrededor del nervio óptico, en sentido temporal-superior-nasal- inferior<sup>15</sup>.

## **1.5 TRATAMIENTO:**

La finalidad que tiene es disminuir la PIO y mantenerla en valores en los que no progrese la lesión del nervio óptico, buscando preservar así la función visual<sup>16</sup>.

## **FÁRMACOS:**

- **Análogos de la prostaglandina y colinérgico (miótico):** aumentan el flujo saliente del líquido intraocular del ojo<sup>16</sup>.
- **Betabloqueantes e Inhibidores de la anhidrasa carbónica (IAC):** disminuyen la producción de humor acuoso<sup>16</sup>.
- **Alfa-agonistas:** actúan tanto para disminuir la producción de líquido como para aumentar su drenaje<sup>16</sup>.

Todos estos fármacos pueden ser utilizados como monoterapia, en combinación fija o asociándolos entre ellos<sup>16</sup>.

Cuando la terapia médica no funciona y el glaucoma sigue incontrolado se recurre a otro tipo de tratamientos:

### TRATAMIENTO LÁSER:

- Trabeculoplastia con láser de argón (TLA): utiliza un láser con una energía que oscila entre 50 y 120 mJ, y un tiempo de exposición de 0,1 sg. Se emplea en la malla trabecular para abrir los canales que se encuentran obstruidos y así ayudar a que el sistema de drenaje funcione mejor<sup>17</sup>. Se utiliza principalmente en glaucomas pseudoexfoliativos y pigmentarios.
- Trabeculoplastia láser selectiva (TLS): utiliza un láser con un rango de energía entre 0.6 y 2.6 mJ, y un tiempo de exposición prefijado de 3ns, actúa a nivel celular únicamente sobre las células pigmentarias mejorando las propiedades de flujo de salida de la malla trabecular. Se considera segura al mantener intacta la estructura de la malla trabecular y esto hace que el procedimiento pueda ser repetible<sup>17</sup>. Ofrece mejores resultados en glaucomas pigmentarios y pseudoexfoliativos.
- Ciclofotocoagulación con láser diodo: producen la fotodestrucción del cuerpo ciliar y por lo tanto disminuyen la producción de acuoso disminuyendo así la presión ocular<sup>18</sup>. Se emplea en glaucomas avanzados, cuando hay escaso pronóstico visual y las presiones son elevadas sin respuesta a otras terapias.

### TRATAMIENTO QUIRÚRGICO:

- Trabeculectomía: Es la principal cirugía, considerada el Gold Standard. Para que el drenaje sea el adecuado, se realiza un pequeño tapete en la esclera. El nuevo orificio permite que el líquido fluya desde la cámara anterior hacia una ampolla de filtración que se forma por debajo de la conjuntiva y así ayuda a disminuir la presión ocular, evitando la progresión del daño al nervio óptico<sup>19</sup>. Esta cirugía es empleada principalmente en pacientes con glaucoma avanzado o con PIO elevadas, ya que en ocasiones puede emplearse en pacientes con presiones elevadas pero que no tienen un glaucoma avanzado.

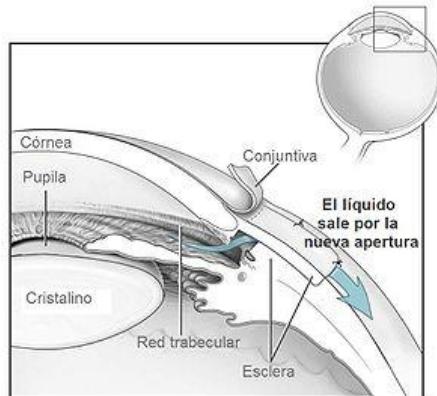


Figura 3. Trabeculectomía<sup>20</sup>.

- **Esclerectomía Profunda No Perforante (EPNP):** es una técnica de cirugía filtrante no perforante. Se diferencia de la trabeculectomía en que el mecanismo filtrante del humor acuoso desde la CA se establece sin apertura de la misma, dejando una membrana trabéculo-descemética, disminuyendo así las complicaciones de la apertura de la cámara anterior<sup>21</sup>.
- **Válvula de Ahmed:** El mecanismo consiste en membranas de elastómero de silicona finas (8 mm de largo y 7 mm de ancho) que crean una cámara con forma de Venturi. Las membranas están preparadas para abrirse y cerrarse en respuesta a las variaciones de la PIO. Cuando la presión alcanza el valor de umbral preestablecido, la válvula se abre, favoreciendo la salida del humor acuoso y disminuyendo así la PIO. El cuerpo valvular se coloca a 8–10 mm del limbo<sup>22</sup>.

#### **MINIMALLY INVASIVE GLAUCOMA SURGERY (MIGS):**

Son un conjunto de cirugías basadas en la colocación de diversos dispositivos mediante cirugía mínimamente invasiva con el objetivo de disminuir la PIO, reduciendo las complicaciones de la cirugía convencional. Los principales dispositivos comercializados son:

- **XEN:** técnica quirúrgica microinvasiva que consiste en la colocación de un pequeño implante de colágeno (de 6 mm de longitud y 140 micras de diámetro externo y 45 micras de diámetro de la luz) dentro del ojo, para facilitar la salida de humor acuoso desde el interior del ojo al espacio subconjuntival, con la finalidad de reducir la PIO y el uso de medicamentos<sup>23</sup>. Se coloca a través de una incisión corneal de menos de 3 mm sin necesidad de abrir la conjuntiva ni colocar puntos. Es un método más sencillo, menos invasivo, más seguro y de recuperación más rápida que los tratamientos quirúrgicos tradicionales. Se utiliza principalmente en pacientes con GPA, leve – moderado, que necesitan una reducción moderada de la PIO cuando el tratamiento tópico no es efectivo, cuando el glaucoma progresó pese al tratamiento o cuando no toleran el tratamiento tópico<sup>24</sup>.

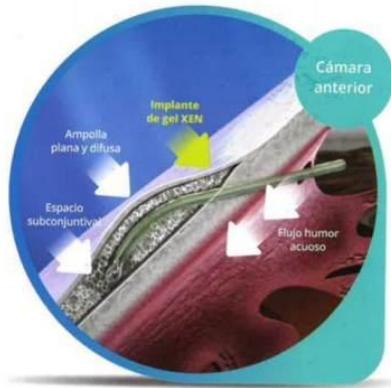


Figura 4. Implante XEN<sup>25</sup>.

- **iStent:** Es un stent en forma de L que tiene aproximadamente 1,0 mm de largo y está hecho de titanio recubierto con heparina. Tiene un diámetro interno de 120 µm. Se coloca la pierna larga de la L en el canal de Schlemm y la pierna corta o el tubo que sobresale en la cámara anterior<sup>26</sup>.
- **Hydrus:** es un pequeño implante de níquel y titanio insertado en el canal de drenaje principal del ojo (canal de Schlemm) para permitir que el fluido bloqueado drene más libremente y ayudar así a disminuir la PIO. Se adapta mejor a los pacientes con glaucoma de ángulo abierto de leve a moderado<sup>27</sup>.

## 2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

### 1.1 HIPÓTESIS

El implante XEN es un dispositivo de drenaje mínimamente invasivo con una eficacia similar a la trabeculectomía y con una menor tasa de complicaciones, por lo que puede ser una buena sustitución a la cirugía convencional.

### 1.2 OBJETIVOS

- Evaluar los resultados obtenidos en las pruebas de agudeza visual (AV), presión intraocular (PIO), fármacos utilizados y desviación media del campo visual pre cirugía y post cirugía a un año, tanto en implante XEN como en trabeculectomía.
- Cuantificar las complicaciones al día siguiente de la cirugía (hipotonía, hifema, desprendimiento coroideo (DC), necesidad de una reintervención), así como la necesidad de una segunda cirugía al año de la intervención para ambas cirugías

- Comparar las variables nombradas anteriormente con los dos procedimientos trabeculectomia e implante XEN.

### 3. METODOLOGÍA:

#### 3.1 SUJETOS

En este trabajo se realizó un estudio retrospectivo de 57 sujetos (57 ojos), procedentes de las consultas del Departamento de Glaucoma del Hospital Miguel Servet de Zaragoza. Todos los sujetos fueron informados de las posibilidades quirúrgicas, de los riesgos y beneficios, así como de las potenciales complicaciones, obteniendo su consentimiento por escrito.

Los criterios de inclusión fueron pacientes que hubieran sido diagnosticados de glaucoma por los especialistas de la Unidad de glaucoma del Hospital Universitario Miguel Servet, y los cuales hubieran sido intervenidos quirúrgicamente mediante trabeculectomía o implante XEN hacia al menos un año.

Fueron excluidos todos aquellos pacientes que tuvieran como antecedente otra enfermedad oftalmológica (distinta de glaucoma), neurológica, o incapacidad para la correcta realización de las pruebas. Además, se eliminaron del estudio a los pacientes que tenían presencia de opacidad cristaliniana clínicamente significativa (según escala LOCS III).

#### 3.2 EXPLORACION OFTALMOLÓGICA

##### PRUEBAS REALIZADAS PRE-CIRUGÍA:

1- **Anamnesis:** Se realizó una anamnesis reglada a todos los pacientes, incluyendo las siguientes cuestiones:

- Antecedentes personales oculares y sistémicos, tanto médicos como quirúrgicos.
- Antecedentes familiares oftalmológicos y sistémicos.
- Historial de la enfermedad actual (glaucoma): tiempo desde el diagnóstico y estado (gravedad).
- Tratamiento médico anterior y actual, tanto oftalmológico como sistémico: dosis, desde cuando lo estaba tomando o durante cuánto tiempo lo había tomado.

- 2- **AV (pre- operatorio):** se tomó la AV con el test de Snellen, en escala decimal, a 6 m de distancia de manera monocular y binocular.
- 3- **Refracción objetiva:** se utilizó el autoqueratorrefractómetro KR 800 de Topcon, el cual nos dio la refracción y la queratometría del paciente de manera objetiva.
- 4- **Refracción subjetiva:** Se partió de la refracción objetiva, miopizando 3D. Después se fue desmiopizando en saltos de 0.25D hasta conseguir llegar a una AV de 0.8 o, en caso de no poderse alcanzar un valor tan alto, hasta llegar a la máxima AV posible. A partir de ese punto se realizaron los cilindros cruzados para ajustar bien el eje y la potencia del cilindro. Una vez ajustado, se siguió desmiopizando para conseguir el máximo positivo máxima agudeza visual.
- 5- **Lámpara de hendidura (LH):** se utilizó la LH para examinar el segmento anterior del paciente, observar si los medios estaban transparentes o presentaban alguna opacidad y evaluar la cámara anterior con la técnica de Van Herick. El procedimiento seguido fue el siguiente:
  1. Se evaluaron los anexos oculares (parpados y pestañas) con iluminación difusa, el brazo de iluminación entre 30-60° y aumentos bajos (10x).
  2. Se quitó el difusor y se examinó la conjuntiva; hicimos un barrido de temporal a nasal.
  3. Se evaluó la córnea con iluminación directa, con unos 16x y con un barrido de nasal a temporal.
  4. Se colocó el brazo de iluminación con un ángulo de 60° en el limbo esclerocorneal y se estrechó el haz a una sección óptica. Así se clasificó el ángulo de la cámara anterior comparando la cámara anterior con el espesor corneal mediante la técnica de Van Herick.
  5. Se puso el brazo de iluminación a 20-30°, 25x y fuimos acercando la LH hasta que vimos enfocado el cristalino.
- 6- **PIO:** se midió mediante el tonómetro de Goldman que consta de un doble prisma con un área de aplicación de 3.06mm (*figura 5*). Se trata de un accesorio que se añade a la LH. Este tonómetro se basa en el principio de Imbert-Fick<sup>28</sup>. La presión requerida para aplanar la córnea determina la presión del ojo.  
Esta prueba fue realizada por el oftalmólogo. El procedimiento que se siguió fue el siguiente:
  1. Se instaló una gota de anestésico con fluoresceína al paciente.
  2. Se colocó el filtro azul cobalto en la LH y se pidió al paciente que apoyara barbilla y frente y que mirara en el instrumento una luz azul.
  3. Se empezó a acercar el instrumento hacia la córnea aplanándola hasta que conseguíamos que ambos límites internos de los semicírculos coincidieran, tomando como medida de presión lo indicado en la escala del tonómetro.

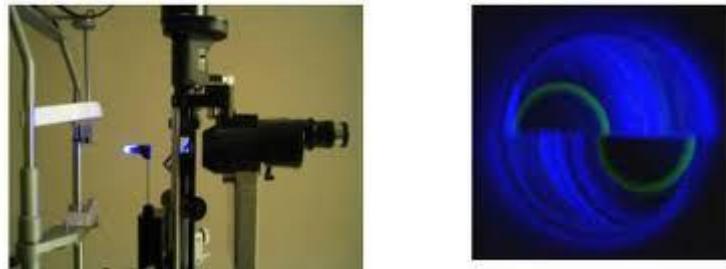


Figura 5. Tonometro de Goldman<sup>29</sup>.

- 7- **Campo visual:** el perímetro que se utilizó fue el Humphrey de Zeiss. Se realizó una perimetría blanco-blanco automatizada estándar con la estrategia –Swedish Interactive Threshold Algorithm (SITA) – STANDARD que, en comparación con la estrategia convencional (Full Threshold), presenta estímulos más probables para cada zona, teniendo una base de datos de individuos normales y glaucomatosos, optimizando así el tiempo de duración de la prueba<sup>30</sup>. Esta perimetría utiliza color de fondo y del estímulo blancos, brillo de fondo de 10 cd/m<sup>2</sup>, duración del estímulo de 200 ms, brillo máximo del estímulo de 65 cd/m<sup>2</sup> y tamaño del estímulo III que corresponde a 0.45°<sup>8</sup>. El campo visual que se estudió fue 24-II, el cual evalúa 24° centrales (hasta 30° nasal), explorando 54 puntos separados entre sí una distancia de 6°<sup>8</sup>.

El procedimiento que se siguió fue:

1. Se introdujeron los datos del paciente en el campímetro.
2. Se acomodó al paciente frente al campímetro y se le dieron las instrucciones para la realización de la prueba.
3. El paciente presionó el botón cada vez que, con la mirada fija en un punto central, veía estímulos luminosos alrededor.

- 8- **OCT:** se utilizó el OCT Spectralis de Heidelberg. Es una prueba con la que se evaluó el nervio óptico y la CFNR. El procedimiento que se siguió fue el siguiente:
1. Inicialmente se eligió el protocolo glaucoma y CFNR (éste realizó un barrido circular alrededor de la cabeza del nervio óptico).
  2. Con ayuda del joystick se desplazó la cámara hacia el paciente, hasta que se visualizó una imagen de sección transversal de la retina en el recuadro de la derecha (ventana de imagen OCT).
  3. En el recuadro de la izquierda (ventana de imagen de fondo de ojo) se movió con ayuda del ratón el retículo circular azul para que así quedara centrado en la cabeza del nervio óptico.
  4. Se activó el eye-tracker (el cual detecta cualquier movimiento ocular, de tal modo que los datos que se adquieren durante el movimiento se eliminan) y se obtuvieron las imágenes.

#### PRUEBAS REALIZADAS POST CIRUGIA:

- 1- **AV (post-operatorio):** se midió la AV con el test de Snellen, en escala decimal a 6 m de distancia de manera monocular y binocular.

- 2- **Lámpara de hendidura:** se evaluó el segmento anterior del globo ocular tras la cirugía. Se siguió el mismo procedimiento que se utilizó en la pre-cirugía. Se valoró: altura de la ampolla y diámetro de la misma, colocación del implante XEN y localización del mismo, tanto subconjuntival como en cámara anterior, ausencia de Seidel por las incisiones corneales o conjuntivales en el caso de la trabeculectomía. Se valoró también la profundidad de la CA y la reacción inflamatoria o presencia de sangrado (hifema).

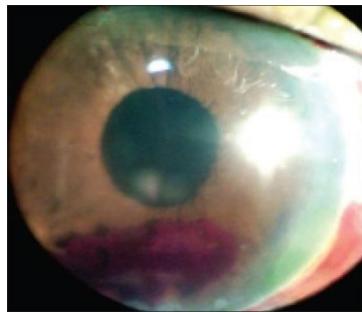


Figura 6. Hifema<sup>31</sup>.

- 3- **PIO:** se midió con el tonómetro de Goldman, al día siguiente de la cirugía, con la finalidad de evaluar hipertensiones o hipotonías (PIO<6mmHg) y al año para poder valorar el éxito quirúrgico. Definiendo éxito como: una PIO <21 mmHg y una disminución del 20%.
- 4- **Campo visual:** Se realizó como control a los 12 meses de la cirugía. Se utilizó el perímetro blanco-blanco y se examinó si la pérdida de campo visual había variado comparándola con la realizada pre-cirugía. Para ello nos fijamos en la desviación media, que son las pérdidas difusas del campo visual comparadas con la población sana de su edad. Los datos negativos significan que el paciente tiene una sensibilidad menor a la de su grupo poblacional; en cambio, los positivos nos indican que tiene una sensibilidad mayor a la de su grupo poblacional.
- 5- **Retinografía:** La evaluación del FO se realizó de forma rutinaria en todos los pacientes al mes, al año y en cualquier momento del post operatorio en el que nos encontráramos con PIO menores de 10 mmHg, para descartar la presencia de desprendimientos coroideos.
- 6- **OCT:** es una prueba complementaria que se realizó a todos los pacientes para el seguimiento de la enfermedad glaucomatosa al año de la cirugía. Al igual que en preoperatorio, se utilizó el OCT- Spectralis, siguiendo el mismo procedimiento.

### 3.3 FÁRMACOS UTILIZADOS EN LA CIRUGÍA:

#### Mitomicina C (MMC):

Fármaco antimitótico que inhibe la proliferación de fibroblastos en el proceso cicatricial, empleándose en cirugía oftalmológica para mejorar los resultados de la cirugía filtrante.

En la trabeculectomía se utilizó en las fases iniciales de la cirugía sobre el lecho quirúrgico durante 1 minuto al 0.02% y después se lavó con suero fisiológico abundante para prevenir la actividad citotóxica en células sanas de la conjuntiva y esclera. Este fármaco reduce el riesgo de fracaso de la cirugía, ya que uno de los motivos por los que fracasa es el fallo de la ampolla de filtración<sup>32</sup> pero los efectos adversos incluyen un mayor riesgo de cataratas<sup>33</sup> y la formación de ampollas avasculares.

En el implante XEN se utilizó 0.2 mg/ml de este agente antimitótico y a diferencia de la trabeculectomía no se lavó. En este caso se usó para modular la respuesta inflamatoria. Se inyecta en el espacio subconjuntival para prevenir la fibrosis, de esta manera también se reduce el riesgo de fracaso del implante.

### **3.4 MATRIZ DE COLÁGENO USADA DURANTE LA CIRUGÍA:**

#### **Ologen® :**

Es una matriz porosa de colágeno biodegradable que mejora la regeneración de los tejidos y previene la formación de cicatrices e infecciones. Se utilizó únicamente en la trabeculectomía, ya que cuando se coloca bajo la conjuntiva, no solo actúa como un reservorio, sino que también ayuda a separar la conjuntiva de la superficie epiescleral, previniendo la adhesión entre ambas<sup>34</sup>. Al apoyarse en el Flap escleral produce una resistencia relativa a la sobrefiltración evitando la hipotonía<sup>35</sup>.

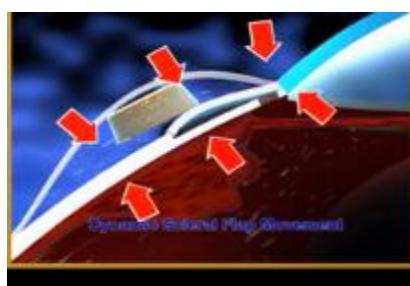


Figura 7. Ologen®<sup>35</sup>

### **3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

En nuestro estudio, la muestra de pacientes con glaucoma se dividió en dos grupos, según la cirugía de la que habían sido intervenidos: trabeculectomía o implante XEN. Se seleccionó un ojo de cada paciente y se estudiaron los valores de las variables antes y después de cada cirugía.

Los resultados obtenidos en cada prueba realizada se colocaron en dos hojas Excel, una para trabeculectomía y otra para implante XEN. Las estadísticas de las variables del estudio, tanto cualitativas como cuantitativas se realizaron con el programa Software IBM SPSS versión 18.0. Para saber si las variables se ajustaban a una distribución normal se utilizó el test de Kolmogorov-Smirnov. En función del ajuste a la normalidad se aplicaron pruebas paramétricas (T de Student) o no paramétricas (test de Wilcoxon) para comprobar si existían diferencias estadísticamente significativas entre las variables observadas antes y después de las cirugías. Se estableció la significación estadística en valor  $p < 0,05$ .

#### 4. RESULTADOS:

El estudio realizado se llevó a cabo con 57 ojos que correspondieron a 57 pacientes, divididos en 2 grupos: los intervenidos por trabeculectomía (30 pacientes), y los intervenidos por implante XEN (27 pacientes). En cada uno de estos grupos se estudiaron 7 variables: AV, edad, sexo, OD/OI, PIO, desviación media (DM) del CV y número de fármacos hipotensores utilizados. También se analizaron las complicaciones encontradas al día siguiente de cirugía (hipotonía, desprendimiento coroideo, hifema), necesidad de una 2<sup>a</sup> cirugía, y los valores de las variables tras un año después de la cirugía. Finalmente se estudiaron si existían diferencias estadísticamente significativas en las variables: AV, PIO, DM del CV y número de fármacos utilizados antes de la cirugía y transcurrido un año de la misma, en los dos grupos de estudio (pacientes operados con trabeculectomía y pacientes con implante XEN)

En el grupo de los intervenidos por trabeculectomía, se encontró un porcentaje del 53.33% de mujeres respecto a un 46.67% de hombres. En este grupo se estudiaron 11/30 ojos derechos que corresponden a un 36.7% de la muestra, y 19/30 ojos izquierdos. La edad media al inicio del estudio (fecha de cirugía de glaucoma) fue de  $71,37 \pm 13,27$  años. El rango se situó entre 47 y 89 años. Los pacientes que fueron intervenidos mediante trabeculectomía con MMC en la cirugía fueron 46.7% y con Ologen® 56.7%, de los cuales el 26.67% utilizó ambas técnicas.

El grupo de XEN estuvo constituido por 48.1% pacientes de sexo femenino y 51.9% de sexo masculino. En este grupo se estudiaron 11 ojos derechos, que corresponden al 40.7% de la muestra y 27 ojos izquierdos que corresponden al 59.3%. La edad media al inicio del estudio fue de  $76,89 \pm 10,96$  años. El rango se situó entre 46 y 90 años. Los pacientes que fueron intervenidos con MMC en la cirugía fueron el 85.20%.

Se calcularon la media, desviación típica y la significación estadística de cada variable para los dos grupos. Los datos obtenidos para cada variable están en las *tablas 1 y 2*.

Cabe destacar que en todas las variables pre operatorias de los pacientes que fueron sometidos a trabeculectomía, se encontraron valores más alterados que en el caso del implante XEN.

En las siguientes tablas se representan el promedio y la desviación media de cada una de las variables, así como el p-valor obtenido para cada variable por las pruebas de normalidad.

#### TRABECULECTOMIA:

	<b>PRE</b>	<b>p</b>	<b>POST</b>	<b>p</b>
<b>AV</b>	0,66±0,31	0.151	0,64±0,31	0.499
<b>PIO (mmHg)</b>	23,53 ±6.77	<b>0.030</b>	16,7 ±4,78	0.250
<b>TTO</b>	2,83 ±0.79	<b>0.047</b>	1,33 ±1,30	<b>0.017</b>
<b>DM CV (dB)</b>	-14,93 ±9.99	0.732	-15,53 ±9,82	0.748

*Tabla 1. Valores de la media y desviación estándar de las pruebas realizadas en la pre cirugía y al año en la post cirugía en la trabeculectomía. También se representa el p valor de cada una de las variables por las pruebas de normalidad. En rojo se indican los parámetros en los que el valor fue significativo (p<0.05).*

#### XEN:

	<b>PRE</b>	<b>P</b>	<b>POST</b>	<b>p</b>
<b>AV</b>	0,68 ±0.29	0.3	0.68±0.30	0.131
<b>PIO (mmHg)</b>	20,56 ±3.69	0.125	18,22 ±4.83	0.926
<b>TTO</b>	2,26 ±1.375	0.305	1,70 ±1,068	<b>0.010</b>
<b>DM CV (dB)</b>	-14,19 ±8.49	0.944	-13,18 ±9,81	0.696

*Tabla 2. Valores de la media y desviación estándar de las pruebas realizadas en la pre cirugía y al año en la post cirugía en el implante XEN, también se representa el p valor de cada una de las variables, por las pruebas de normalidad. En rojo se representan los parámetros en los que el valor fue significativo (p<0.05).*

En cuanto al tratamiento, el número de fármacos que ingieren los pacientes es el siguiente:

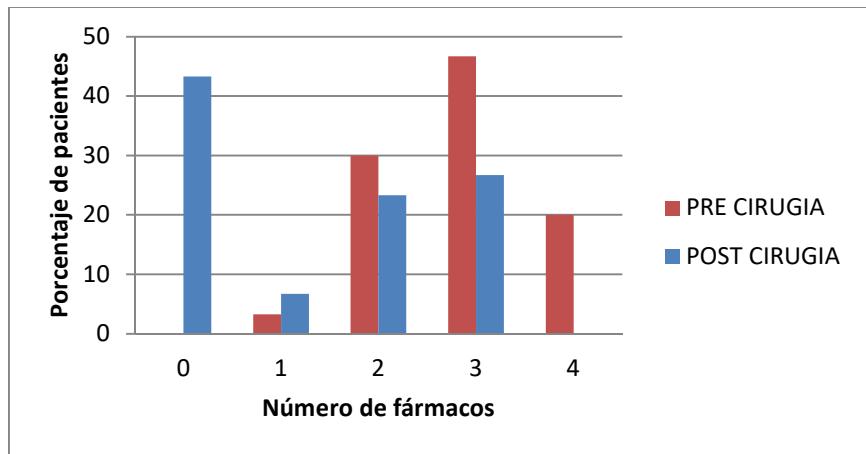


Figura 3. Pacientes que toman fármacos pre trabeculectomía y post trabeculectomia.

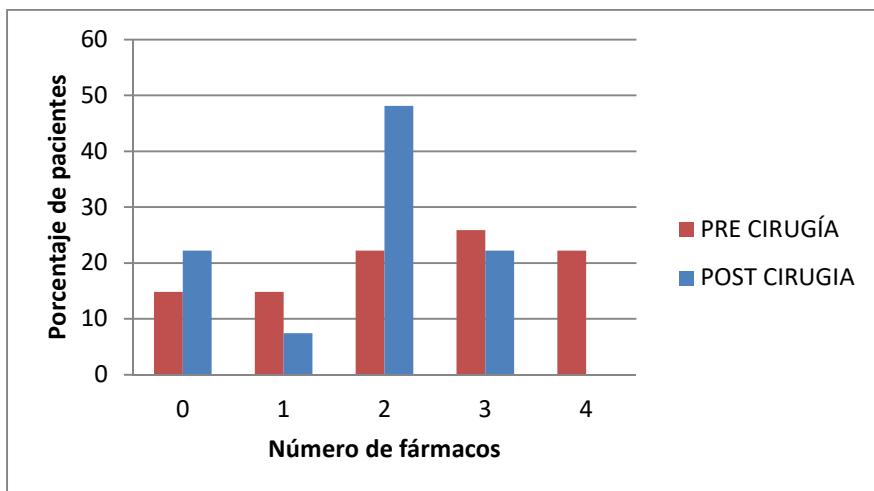


Figura 4. Pacientes que toman fármacos pre implante XEN y post implante XEN.

En los resultados obtenidos en cuanto a la AV cabe destacar una leve tendencia a la disminución de AV en la trabeculectomía (3.03%). La PIO y el número de colirios hipotensores, como cabía esperar disminuye en ambos casos aunque presenta una disminución mayor en el caso de la trabeculectomía (29.03%) frente a un 11.38% de disminución de PIO que se produce en el grupo XEN. En cuanto a los tratamientos, el número de fármacos se reduce en mayor medida en el caso de la trabeculectomía consiguiendo un 43% de pacientes sin necesidad de tratamiento, respecto a un 22% de pacientes que se consigue en el caso del implante XEN. El CV presenta en todos los pacientes una DM negativa lo que quiere decir que la sensibilidad media general del individuo explorado es inferior a la de la población sana de su edad, al año de la cirugía se obtiene un dato medio mejorado en la desviación media del CV en el caso de XEN, empeorando en el caso de la trabeculectomía.

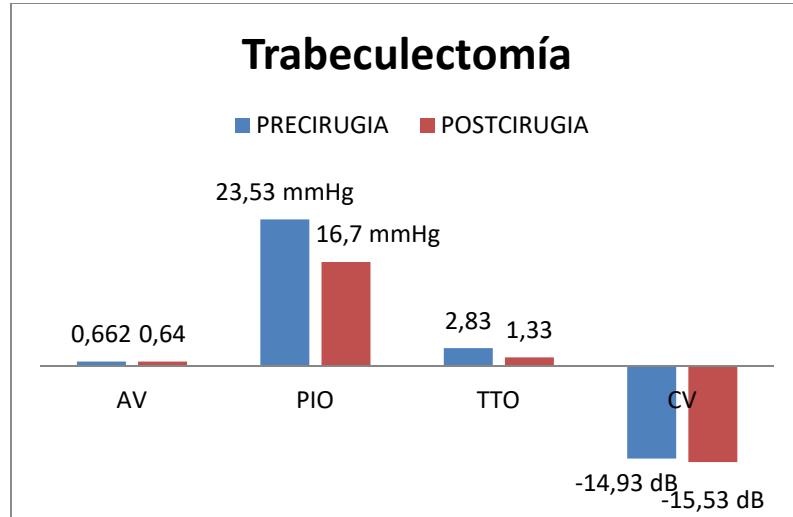


Figura 5. Pruebas pre y post cirugía trabeculectomía.

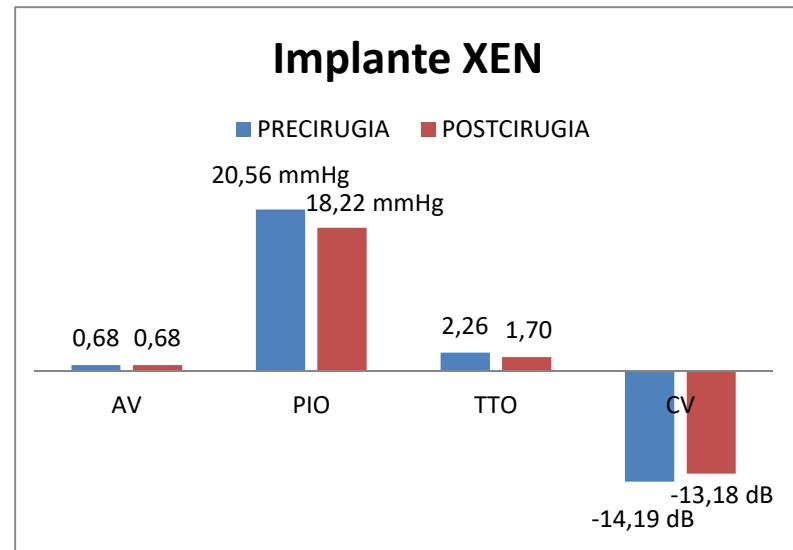


Figura 6. Pruebas pre y post cirugía XEN.

Las complicaciones encontradas al día siguiente de la cirugía y al año de la cirugía fueron:

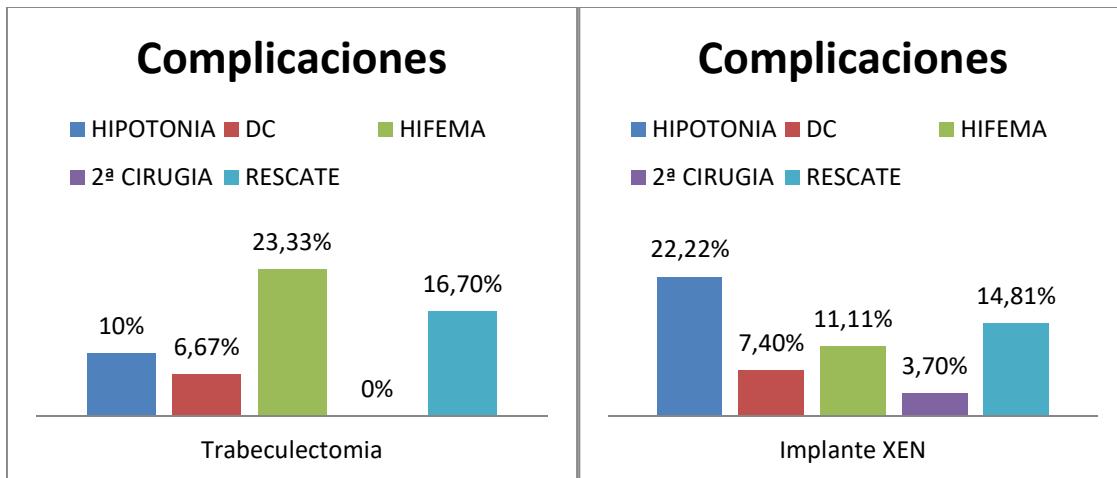


Figura 7. Complicaciones post cirugía trabeculectomía.

Figura 8. Complicaciones post cirugía XEN.

Al día siguiente de la cirugía encontramos algunas diferencias entre ambas técnicas. Respecto a las complicaciones, en el caso de la trabeculectomía, hay un mayor número de personas con hifema: 23.33% respecto a un 11.11% en el caso de XEN. Sin embargo, encontramos un 22.22% de pacientes con hipotonía después del implante XEN en comparación con un 10% de pacientes en el caso de la trabeculectomía.

Con necesidad de una segunda intervención encontramos 1 paciente - 3.70% - en el caso de XEN. En pacientes post-trabeculectomía no hubo ninguno que precisase esta 2<sup>a</sup> cirugía. Por último, en cuanto a la presencia de desprendimiento coroideo, en ambos grupos fue muy similar (trabeculectomía 6.67% vs 7.40% implante XEN).

Durante el primer año de seguimiento observamos que un 16.7% (3 pacientes) en el caso de la trabeculectomía necesitaron una 2º cirugía de glaucoma debido a un fracaso de la primera. En cambio, en el caso del implante XEN sólo en el 14.8% (3 pacientes) fue necesaria la reintervención. En total hubo un fracaso de 7 cirugías.

Respecto al éxito quirúrgico para PIO (reducción >20% de la PIO basal o <21 mmHg) en el caso del implante XEN el 18.52% lo consiguió sin medicamentos y el 33.33% con medicamentos. En el caso de la trabeculectomía se consigue un éxito post cirugía del 30% sin medicamentos y 53.33% con medicamentos, un valor superior al del implante XEN, ya que como hemos obtenido en los resultados la tasa de éxito es mayor.

Para saber si los resultados obtenidos en ambas intervenciones para cada una de las variables son estadísticamente significativos o si las diferencias observadas fueron debidas al azar, se utilizó el programa Software IBM SPSS.

En el caso de la trabeculectomía, las variables PIO, tratamiento prequirúrgico y postquirúrgico no siguieron una distribución normal, por lo que en estas variables se aplicó el test no paramétrico de Wilcoxon. Para el resto de variables se realizó una T-Student al ajustarse la muestra a la distribución normal.

Respecto a los datos de XEN solo fue la variable tratamiento post la que no siguió una distribución normal (test no paramétrico, Wilcoxon), en las demás variables se utilizó el

test paramétrico (T- student). Con los datos obtenidos en estos tests se supo si las diferencias en cada variable antes y después de la cirugía eran significativas ( $p<0.05$ ).

	<b>TRABECULECTOMIA</b> <b>P</b>	<b>XEN</b> <b>p</b>
<b>AV pre-AV post</b>	0.447	0.973
<b>PIO pre-PIO post</b>	<b>0.00</b>	0.064
<b>DM pre-DM post</b>	<b>0.023</b>	0.393
<b>TTOpre-TTO post</b>	<b>0.00</b>	0.076

*Tabla 3. Significación estadística en la comparación de datos pre y post cirugía. Se representan en rojo aquellos datos en los que si hay una diferencia significativa entre la pre y la post cirugía.*

Como se observa en los resultados obtenidos, en el implante XEN ninguna de las variables varía significativamente después de la cirugía. En el caso de la trabeculectomía encontramos significación en las variaciones en PIO, tratamiento empleado y en la DM del CV.

## 5. DISCUSIÓN

El objetivo principal del estudio ha sido evaluar con cuál de las dos técnicas, trabeculectomía o implante XEN, se conseguían mejores resultados. Todos los tratamientos de glaucoma tienen como objetivo disminuir la PIO, que es el único factor que puede modificarse y que contribuye a la progresión del glaucoma. El implante XEN proporciona una intervención quirúrgica menos invasiva y más rápida que la trabeculectomía, con este trabajo hemos querido estudiar si la tasa de éxito al año y las complicaciones encontradas al día siguiente de la cirugía en ambas técnicas son similares. En los resultados obtenidos se observan bastantes diferencias en cuanto a la tasa de éxito de ambas técnicas, y es que los cambios producidos pre y post cirugía en la trabeculectomía mejoran significativamente en las variables PIO y tratamiento. Aunque en el implante XEN no se producen cambios significativos en ninguna de las variables, sí que se produce una disminución de PIO, de la necesidad de tratamiento y una variación en la desviación media del CV.

Basándonos en los criterios de éxito post quirúrgico nombrados anteriormente y comparando nuestros resultados (18.52% de pacientes lo consiguió sin medicamentos y el 33.33% con medicamentos) con el estudio SZ Tan et al<sup>36</sup>, el cual consiguió un éxito post cirugía de 87.0% sin medicamentos y de 92% con medicamentos, se observa una menor tasa de éxito en nuestro estudio, que puede ser debido a que la PIO pre operatoria del estudio de SZ Tan et al es más elevada que en nuestro caso, lo que puede provocar una disminución mayor.

En cuanto al implante XEN obtuvimos una disminución media de PIO de 2.34 mmHg, con una PIO pre operatoria de  $20.56 \pm 3.69$  y 2,26 fármacos, y una PIO post operatoria de  $18.22 \pm 4.83$  ( $p=0.064$ ) y 1,70 ± 1,068 fármacos, el estudio de SZ Tan et al consiguió una disminución de PIO de 10.4 mmHg con una media de PIO preoperatoria de  $24.9 \pm 7.8$  mmHg y tres fármacos, y una PIO post operatoria de  $14.5 \pm 3.4$  mmHg en el mes 12 ( $p$  menor 0.005) con 0.7 gotas ( $p$  menor 0.005). Estos resultados que obtuvieron son mejores que en nuestro estudio, ya que los datos pre operatorios en el estudio de SZ Tan et al tienen variables más alteradas tanto de PIO (24.9 vs 20.56) como de fármacos (3 vs 2.26), además de que se trata de un estudio más amplio (43 ojos vs 27).

En lo referente a AV en el implante XEN, nuestro estudio consiguió mantener una media de AV estable en el pre y post operatorio, a diferencia del estudio Ahmed Galal et al<sup>37</sup> en el que la AV pre cirugía (LogMAR) fue de  $0.33 \pm 0.34$  (escala decimal: 0.50) y mejoró a  $0.13 \pm 0.11$  (escala decimal: 0.8) al año, también se observan diferencias en cuanto a la PIO con este estudio, ya que con una PIO preoperatoria de  $16 \pm 4$  mmHg consiguen una reducción de 4 mmHg obteniendo una PIO post operatoria al año de  $12 \pm 3$  mmHg. Estas diferencias se justifican ya que el estudio Ahmed Galal et al muestra 13 ojos de los cuales 10 han sido intervenidos simultáneamente de facoemulsificación y está demostrado que la cirugía de catarata aislada, por sí sola, produce una disminución de la PIO.

En el caso de la trabeculectomía, obtenemos en nuestro estudio una disminución media de PIO de 6.83 mmHg, ( $p=0.00$ ) lo que supone una reducción del 29.03%, siendo la PIO pre operatoria media de  $23.53 \pm 6.77$  y la PIO post operatoria de  $16.7 \pm 4.78$ , muy similar a los datos obtenidos en el estudio de Fernández S. et al<sup>38</sup> en el que la PIO media pre cirugía fue de 23 mmHg, que se redujo al año de cirugía alrededor de un 30.70%.

De acuerdo con la variable AV en la trabeculectomía, el estudio de A. Zaidi<sup>39</sup> obtuvo las siguientes AV pre cirugía: 6/4-6/12 tuvo el **54 - 5%** de pacientes, 6/18-6/60 obtuvo el 24-25%, y el 21-25% tuvo menos de 6/60. Al año de la cirugía el **36 - 5%** obtuvo una AV 6/4-6/12, el 35 - 0% tuvo una AV 6/18-6/60 y el 26 - 3% menor de 6/60, comparándolas con nuestro estudio observamos unos resultados pre cirugía del **73.33%** de pacientes con AV entre 6/4-6/12, 23.33% entre 6/18-6/60 y 3.33% con AV menor de 6/60, al año de la cirugía los resultados de AV fueron **76.67%** con AV entre 6/4-6/12, 16.67% entre 6/18-6/60 y 6.67% tenía una AV menor de 6/60, se observa una mejora de AV en nuestro estudio que no ocurre en el estudio de A. Zaidi. Si comparamos los resultados relativos a las complicaciones encontradas al día siguiente de la cirugía, la que se produjo en mayor medida fue hifema en un 53%, un porcentaje superior al de nuestro estudio, en el que solo 23.33% presentó hifema. Estas diferencias pueden estar asociadas al tamaño de la trabeculectomía y la fistula, que no están descritas y algunos cirujanos las realizaban de un tamaño mayor por lo que el riesgo de hifema aumentaba, además no se utilizó ni Mitomicina C ni Ologen®.

Hasta la fecha el único estudio que compara ambas técnicas es el estudio de M. T. Marcos Parra et al<sup>40</sup>, en éste los cambios producidos entre la pre y post cirugía son estadísticamente significativos en la variable tratamiento ( $p <0,0001$ ) y en la PIO en ambas técnicas, aunque se produce una reducción mayor en la trabeculectomía (8.1

mmHg,  $p <0.0001$ ) respecto al implante XEN (6,7 mmHg,  $p = 0,0013$ ), las diferencias que se pueden observar respecto a nuestro estudio, se asocian a que se trata de un estudio más amplio de 121 ojos (65 XEN y 56 trabe), en el cual en determinados pacientes combinan la cirugía de glaucoma con la facoemulsificación.

En cuanto a las complicaciones, el hifema fue el que ocurrió en mayor medida en la trabeculectomía en un 23.33%, respecto a un 11.11% en el implante XEN. La complicación que tuvo un mayor número de pacientes en el implante XEN fue la hipotonía en un 22.22% vs un 10% en la trabeculectomía, a diferencia del estudio de M. T.Marcos Parra et al, en el que el hifema ocurrió en un 30,40% (17/56) de pacientes intervenidos por trabeculectomía, porcentaje mayor debido a que se trata de una cirugía en la que se combina trabeculectomía y facoemulsificación, además de que hay un mayor número de pacientes.

## 6. CONCLUSIÓN

- Al obtener los resultados de las pruebas realizadas pre y post cirugía observamos que los cambios producidos en la trabeculectomía si son estadísticamente significativos, en las variables PIO y tratamiento. En el implante XEN no se produce ningún cambio estadísticamente significativo.
- En cuanto a las complicaciones encontradas en cada una de las intervenciones, obtenemos mayor hipotonía (PIO menor de 6 mmHg) en implante XEN y mayor hifema en trabeculectomía, las demás complicaciones son muy similares en ambas.
- Comparando las dos cirugías, los resultados obtenidos son más eficientes en el caso de la trabeculectomía, ya que se producen cambios positivos en algunas de las variables y las complicaciones obtenidas son similares al implante XEN.
- Las nuevas cirugías MIGS pueden ser una alternativa a la cirugía clásica, ya que aunque en nuestro estudio no se consiguen a un año diferencias significativas, sí que se produce una disminución tanto de la PIO como de fármacos. Hacen falta estudios a largo plazo para determinar mejor la seguridad y la eficacia de estas nuevas técnicas.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Pérez-Oliván, S. Cuestiones de interés para el óptico en el despistaje de glaucoma. Optometría Clínica. Universidad de Zaragoza, 2017-2018.
- [2] Gupta, D., Chen, P.P. Glaucoma. American Family Physician. 2016; 93(8):668-674. Disponible en: <https://www.aafp.org/afp/2016/0415/p668.html>
- [3] Cook, C., Foster, P. Epidemiology of glaucoma: what's new?. Can J Ophthalmol. 2012 Jun; 47(3): 223-6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22687296>
- [4] Muñoz Negrete, F. J. Introducción al glaucoma: terminología, epidemiología y genética. Glaucoma. Elsevier; 2008-2009. p:3-16.
- [5] Charles, W. McMonnies. Glaucoma history and risk factors. J Optom. 2017; 10(2): 71–78. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5383456/>
- [6] Insausti Garcia, A. Humos acuso. Oftalmología online [consultado el 15 de enero de 2019]. Disponible en: <https://www.oftalmologia-online.es/anatomia-del-globo-ocular/humor-acuoso/>
- [7] Cohen, Laura P., Pasquale, Louis R. Clinical Characteristics and Current Treatment of Glaucoma. Cold Spring Harb Perspect Med. 2014 Jun; 4(6). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4031956/>
- [8] Blasco, P., Candela, L., Conde, A., Córdoba, A. Perimetría blanco-blanco y spark. Optometria clínica. Universidad de Zaragoza, 2017-2018.
- [9] Van Herick, W., Shaffer, RN., Schwartz, A. Estimation of width of angle of anterior chamber. Incidence and significance of the narrow angle. Am J Ophthalmol. 1969 Oct;68(4):626-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5344324>
- [10] Triana Casado, I., Valdivia Bregado, Y. Espesor corneal y variables epidemiológicas y fisiológicas en población de riesgo de glaucoma. Cubana Oftalmol. 2012; 25 (2). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21762012000200010](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762012000200010)
- [11] Muñoz Negrete, F. J. Evaluación clínica. Glaucoma. Elsevier; 2008-2009. CAP:3.
- [12] Jurado Silva, D., Lázaro Poyo, A., Llorente Tomás, E., Marquina Martín, E. Exploración de fondo de ojo. Retinografía. Optometría Clínica. Universidad de Zaragoza. 2017-2018.
- [13] Kooner, K. Vivir con glaucoma. VisionAware [consultado el 1 de febrero de 2019] Disponible en: <https://www.visionaware.org/info/guia-del-paciente-vivir-con-glaucoma/5>

- [14] Royo Sanz, L., Rubio Bernedo, P., Razquín Iglesias, X., Reyes Rojo, M. E. HRT. Optometría Clínica. Universidad de Zaragoza. 2017-2018.
- [15] Diatou Toure, M., Sierra Santamaria, C., Sanchez Sancho, M. GDX. Optometría Clínica. Universidad de Zaragoza. 2017-2018.
- [16] Sambhara, D., Aref, A. A. Glaucoma management: relative value and place in therapy of available drug treatments. Ther Adv Chronic Dis. 2014 Jan; 5(1): 30–43. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3871276/>
- [17] Garcés Fernández, A., Piloto Díaz, I., Miqueli Rodríguez, M., Domínguez Randulfo, M., Fernández Argones, L. Trabeculoplastia selectiva con láser en glaucoma. Cubana Oftalmol.2009. 22 (2).
- [18] Dastiridou, A. I., Katsanos, A., Denis, P., Francis, B.A., Mikropoulos, D.G., Teus, M. A., Konstas, A. Cyclodestructive Procedures in Glaucoma: A Review of Current and Emerging Options. Adv Ther. 2018; 35(12): 2103–2127. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6267695/>
- [19] Urcelay, J.L., Fernández-Vila P.C., Monsalv B. Trabeculectomia. Annals d'Oftalmología. 2015; 23(4):52-60. Disponible en: [http://www.annalsoftalmologia.com/articulos/a18621/04\\_2\\_dr-urcelay.pdf](http://www.annalsoftalmologia.com/articulos/a18621/04_2_dr-urcelay.pdf)
- [20] Badala F. Trabeculectomia. Micro chirurgía oculare [consultado el 4 de febrero de 2019]. Disponible en: <https://www.microchirurgiaoculare.com/glaucoma/laser-interventi/trabeculectomia>
- [21] Ramos Lopez FJ, Frances Muñoz E, Lopez Sanchez EV, Illueca Gil A, Vila Macarelle E. Estimación de la eficacia de la esclerotomía profunda no perforante en el tratamiento quirúrgico del glaucoma a un año de cirugía. Arch Soc Esp Oftalmol.2003 78 (4).
- [22] Riva I., Roberti G., Oddone F., Konstas A., Quaranta L.. Implante de la válvula Ahmed: técnica quirúrgica y complicaciones. Clin Ophthalmol. 2017; 11: 357–367. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5322839/>
- [23] Chaudhar A., Salinas L., Guidotti J., Mermoud A., Mansouri K. Implante XEN: Un nuevo abordaje quirúrgico en el glaucoma. Expert Rev Med Devices. 2018 Jan;15(1):47-59. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29258404>
- [24] Castillo Rivas MC, Díaz Mármol P. Guía de actuación: Implante XEN. SEEOF. 2017 ; (20). Disponible en: <http://www.seeof.es/revista>
- [25] Admira Vision. Implante XEN.2016 [consultado el 25 de febrero de 2019]. Disponible en: [https://www.admiravision.es/noticia/implante-glaucoma-XEN#.XN2BlkxuLIU](https://www.admiravision.es/es/noticia/implante-glaucoma-XEN#.XN2BlkxuLIU)

- [26] Fingeret M., Dickerson Jr J.E. El papel de los dispositivos de cirugía de glaucoma mínimamente invasivos en el tratamiento del glaucoma. Optom Vis Sci. 2018 Feb; 95(2): 155–162. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5794243/>
- [27] Kerr N., Barton K. Hydrus (MIGS).MIGS.org.2016. Disponible en: <https://migs.org/wp-content/uploads/Hydrus.pdf>
- [28] Pérez-Oliván S. Cuestiones de interés para el óptico en el despistaje del glaucoma. PIO y gonioscopia. Optometria Clínica. Universidad de Zaragoza. 2017-2018.
- [29] Uno más uno no son dos. Tonómetro de Goldman.2013 [consultado el 3 de marzo de 2019] Recuperado de: <https://unomasunonosondos.wordpress.com/2013/02/01/otras-varias-pruebas/tonometro-de-goldmann-2/>
- [30] Barroso Schimitil R., Saran Arcierill E., Rezende Avelinolli R., Matsuo V T., Paulino V. Full threshold vs. SITA en los pacientes glaucomatosos sometidos a la perimetria computarizada por primera vez. Arq. Bras. Oftalmol. Mar/April 2006; 69 (2). Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-27492006000200002](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27492006000200002)
- [31] Oman, J. Hifema. Ophthalmol. 2014 [consultado el 20 de marzo de 2019]. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4008895/figure/F3/>
- [32] Arzuaga Hernández E., Fumero González F., González Piloto S., Batista Peña M. Revisión por aguja de la bula de filtración, una alternativa terapéutica en pacientes trabeculectomizados. Revista cubana de oftalmología. 2012; 25. Disponible en: [http://www.revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/133/html\\_93](http://www.revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/133/html_93)
- [33] Wilkins M, Indar A, Wormald R . Mitomicina C intraoperatoria para la cirugía del glaucoma. Cochrane: Eyes and Vision Group; 2005. Disponible en: <https://www.cochrane.org/es/CD002897/mitomicina-c-intraoperatoria-para-la-cirugia-del-glaucoma>
- [34] Sastre-Ibáñez M., Cabarga C., Canut M. I., Pérez-Bartolomé F., Urcelay-Segura J. L., Cordero-Ros R., García-Feijóo J., Martínez-de-la-Casa J. M. Eficacia del implante Ologen en la implantación de una válvula de Ahmed en paciente con glaucoma. Sci Rep. 2019; 9: 3178. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6395823/>.
- [35] Castejón M.A. Resultados postquirúrgicos cirugía de glaucoma con implante OLOGEN. Sliderplayer. 2015. Disponible en: <https://slideplayer.es/slide/4166044/>

- [36] Tan S.Z, Walkden A., Au L. One-year result of XEN45 implant for glaucoma: efficacy, safety, and postoperative management. *Eye*.2018. 32, 324–332.
- [37] Galal A.,Bilgic A.,Eltanamly R.,Osman A. XEN Glaucoma Implant with Mitomycin C 1-Year Follow-Up: Result and Complications. *Journal of Ophthalmology*.2017. Article ID 5457246, 5 pages.
- [38] Fernández S., Pardiñas N., Lalena J.L., Pablo L., Díaz S., Pérez S., Honrubia F.M. Resultados tensionales tras trabeculectomía a largo plazo. Estudio comparativo entre tipos de glaucoma y tratamiento médico previo. *Arch Soc Esp Oftalmol*.2009.84 (7). Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-66912009000700005](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-66912009000700005)
- [39] Zaidi A.A. Trabeculectomy: a review and 4-year follow-up. *British Journal of Ophthalmology*, 1980, 64, 436-439. Disponible en: <https://bjo.bmjjournals.org/content/bjophthalmol/64/6/436.full.pdf>
- [40] Marcos Parra M.T., Salinas López J.A., Soledad López Grau N., Ceausescu A.M. Pérez Santonja J.J. XEN implant device versus trabeculectomy, either alone or in combination with phacoemulsification,in open-angleglaucoma patients. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. 2019. 257(8):1741-1750