



---

**Universidad de Valladolid**

FACULTAD DE MEDICINA

# **Máster en Rehabilitación Visual**

MEMORIA TRABAJO FIN DE MÁSTER TITULADO

## Técnicas de rehabilitación en glaucoma

Presentado por: Nadiuska Cristine Platero Alvarado

Tutelado por: Mario Crespo Moral

En Valladolid a, 23 de Junio 2018.

# ÍNDICE

ÍNDICE	
RESUMEN .....	4
INTRODUCCIÓN .....	5
1.1. Definición .....	5
1.2. Estructuras oculares relacionadas con el glaucoma.....	5
1.2.1. Iris .....	5
1.2.2. Cuerpo ciliar .....	6
1.2.3. Ángulo camerular.....	6
1.2.4. Canal de Schlemm .....	8
1.2.5. Humor acuoso .....	8
1.3. Presión intraocular (PIO).....	9
1.4. Clasificación .....	10
1.5. Epidemiología (OMS/OPS/Europa) .....	12
1.6. Factores de riesgo.....	13
1.7. Diagnóstico.....	14
1.7.1. Tonometría .....	14
1.7.2. Gonioscopía. ....	15
1.7.3. Fondo de ojo.....	15
1.7.3. Perimetría .....	15
1.8. Tratamientos .....	15
1.8.1. Fármacos .....	16
1.8.2. Laser .....	16
1.8.3. Cirugía .....	16
1.8.4. Dispositivos .....	16
1.9. Discapacidad visual y glaucoma .....	17
1.9.1. Campos visuales .....	17
1.9.2. Rehabilitación visual.....	18
Justificación .....	18
CAPÍTULO 2: OBJETIVOS .....	19
2.1. Primarios .....	19
2.2. Secundarios .....	19
CAPÍTULO 3: MATERIALES Y MÉTODOS .....	20
3.1. Materiales .....	20

CAPÍTULO 4: RESULTADOS .....	21
4.1. Neuroprotección.....	21
4.2. Células madres.....	23
4.3. Implante cortical .....	24
4.4. Ayudas ópticas .....	26
4.5. Lupas .....	26
4.6. Microscopio .....	27
4.6.1. Telemicroscopio .....	27
4.6.2. Circuito cerrado de televisión .....	28
4.6.3. Telescopio .....	28
4.6.4. Prismas de Fresnel.....	30
4.6.5. Filtros .....	30
4.7. Ayudas no ópticas .....	31
4.7.1. Atril .....	31
4.7.2. Iluminación .....	32
4.8. Ayudas adaptativas.....	32
4.8.1. Bastón .....	33
4.8.2. Perro guía .....	33
DISCUSIÓN .....	35
CONCLUSIONES .....	37
BIBLIOGRAFÍA .....	38
Anexo .....	45

## Resumen

**Objetivo:** Investigar mediante revisión bibliográfica las diferentes opciones de rehabilitación visual en los pacientes de glaucoma.

**Método:** Mediante búsqueda y revisión bibliográfica en las distintas revistas científicas de impacto mundial, libros y páginas web.

**Resultado:** Se encontró una amplia información de la repercusión del glaucoma en la vida diaria de una persona. Estas repercusiones que se encontraron van desde la constricción del campo visual y como esta restricción afecta en el desplazamiento y en las diferentes actividades de la vida diaria. También se encontró estudios sobre las distintas ayudas ópticas que se usan dentro del servicio de la rehabilitación visual para el glaucoma.

**Conclusión:** La revisión bibliográfica mostró las diferentes estrategias que se usan actualmente en el servicio de rehabilitación visual, enfocado en el glaucoma. Se identificó la importancia de tener los conocimientos necesarios para brindarle al rehabilitando todo lo disponible para el mejor aprovechamiento de la visión residual con la que cuenta.

**Palabras claves:** rehabilitación visual, glaucoma, baja visión, campo visual periférico, constricción de campo.

## 1. Introducción

### 1.1. Definición

El glaucoma es una neuropatía óptica multifactorial<sup>1</sup>, esto indica que está causada por múltiples factores fisiológicos, estructurales y factores de riesgo. Su afectación conduce a un aspecto característico de la papila óptica, el cual es consecuencia de la pérdida de la capa de células ganglionares en la retina, observándose una disminución en el grosor de la capa de fibras nerviosas<sup>2</sup>.

Esta patología causa defectos en el campo visual, el cual se va perdiendo de forma progresiva, además suele asociarse con un factor de riesgo modificable, como es la presión intraocular aumentada, aunque no es una regla, ya que existen tipos de glaucoma en los cuales no se presenta esta situación.

Debido a las distintas etiologías que dan origen al glaucoma, resultan diferentes presentaciones clínicas y por consiguiente, diferentes tratamientos, no existiendo una única definición que englobe todas las formas<sup>1</sup>.

La afectación anatómica y por ende, la afectación funcional provocada por el glaucoma es irreversible<sup>3</sup>.

### 1.2. Estructuras relacionadas con el glaucoma

Al desarrollarse el glaucoma se pueden ver afectadas o en mal funcionamiento algunas estructuras oculares que son las encargadas de crear y/o drenar el llamado humor acuoso.

Estas estructuras son, iris, cuerpo ciliar, malla trabecular, y canal de Schlemm.

#### 1.2.1. Iris

Forma parte de la llamada túnica media del ojo. El iris tiene forma de disco y su agujero en el centro se llama pupila. Esta estructura se encuentra inmerso en el humor acuoso, su coloración depende de la cantidad de melanina del borde anterior, esta cantidad disminuye con la edad<sup>4</sup>.

Anatómicamente el iris en su parte anterior se divide en dos collaretes, en una zona pupilar central y una zona ciliar periférica. Además la base del iris se inserta sobre el cuerpo ciliar y en esta localización su espesor es menor. Su innervación

nace del plexo ciliar y es amielínico, lo cual produce en el músculo esfínter de la pupila una inervación sensitiva, vasomotriz y parasimpática<sup>4</sup>.

### 1.2.2. Cuerpo Ciliar

Éste es el punto de fusión entre el iris y la coroides; comprende dos porciones: la pars plana y la pars plicata.

El cuerpo ciliar tiene funciones<sup>4</sup> importantes como:

- Secreción del humor acuoso: la pars plana es una zona lisa que se extiende desde los procesos ciliares a la ora serrata. Es el punto anatómico para penetrar a la cavidad vítrea y realizar todo tipo de cirugías del vítreo, retina y mácula<sup>4</sup>. La pars plicata está configurada por los procesos ciliares, que en número de unos 80 se disponen en forma radial. La función de esta porción del cuerpo ciliar, es la secreción de humor acuoso por transporte activo. También es importante destacar que las fibras de la zónula, las cuales son los ligamentos suspensorios del cristalino, se insertan sobre la superficie de la pars plicata.
- Acomodación: en el cuerpo ciliar se encuentra el músculo ciliar responsable de la acomodación. Cuando este se contrae, relaja la zónula y el cristalino cambia su forma, se abomba produciendo la acomodación. Cuando la zónula se contrae por la relación del musculo ciliar, el efecto que sucede es el contrario.
- Nutrición del segmento anterior: mediante el humor acuoso.

Expuesto todo lo anterior se puede entender con claridad donde se da la producción o creación del humor acuoso, el cual juega un papel importante en el glaucoma.

### 1.2.3. Angulo Camerular

El ángulo camerular se forma por la unión entre el limbo esclerocorneal y la raíz iridiana<sup>1</sup>, está compuesto por la red trabecular. Esta red, malla o trabéculo funciona como un filtro y está compuesta de tejido esponjoso ubicado alrededor de la base de la córnea cercana al cuerpo ciliar<sup>4</sup>.

El trabéculo está formado de tres porciones<sup>1</sup> que son:

- Trama uveal: la cual es la más interna, va desde la raíz del iris hasta la línea de Schwalbe, en esta zona hay poca resistencia al paso de humor acuoso.
- Trama corneoescleral: Es la porción media y cuenta con mayor tamaño. Se ubica desde el espolón escleral hasta la línea de Schwalbe. En esta zona los espacios de la malla son un poco más pequeño que la trama anterior.
- Trama endotelial: está ubicada más externa y es la más estrecha del trabéculo, se enlaza con el canal de Schlemm.

Este ángulo camerular es el que lleva el humor acuoso hacia el canal de Schlemm para su drenaje.

Como optometristas este ángulo camerular se puede apreciar con iluminación lateral u oblicua con una lámpara de mano y de esta manera obtenemos una información sobre el estado de esta zona, aunque no deja de ser poco preciso. Por otro lado, este ángulo puede ser observado por el oftalmólogo mediante una lámpara de hendidura o biomicroscopio más el uso de una goniolente o una lente de tres espejos, es posible apreciar cinco estructuras: raíz del iris, receso angular, espolón escleral, trabéculo y línea blanca de Schwalbe.

La gonioscopía también requiere regularización previa de los medios refringentes mediante la colocación de un gel viscoso sobre la córnea para eliminar posibles burbujas de aire que no permitan una correcta visualización<sup>1</sup>

La visualización parcial o total de estas estructuras determinará el grado de apertura o cerradura del ángulo<sup>4</sup>:

- Ángulo abierto: visualización de las 5 estructuras.
- Ángulo estrecho: se visualiza la línea blanca de Schwalbe y el trabéculo (en menor medida).
- Ángulo cerrado: no se observa ninguna estructura.

Se pueden encontrar en la literatura distintas clasificaciones para el ángulo camerular, aunque la clasificación usada para separar en grados del ángulo es la de Schaffer<sup>4</sup> que la divide en cuatro grados. El más estrecho es el grado cero y progresa hasta el cuarto grado que es el más abierto.

#### 1.2.4. Canal de Schlemm

Es un canal como su nombre lo dice, de forma circunferencial ubicado en la esclerótica perilímbica. Este canal tiene dos paredes, una pared interna la cual está cubierta de células endoteliales que contiene vacuolas, y una pared externa que contienen células aplanadas lisas que tienen las aberturas de los canales colectores que abandonaran este canal para desembocar en las venas episclerales<sup>1</sup>

#### 1.2.5. Humor acuoso

Nace de los procesos ciliares mediante filtración de los capilares sanguíneos e inunda las cámaras anterior y posterior<sup>4</sup>, pasa a través de la pupila y hace un flujo unidireccional hasta llegar al trabéculo y canal de Schlemm. Este es drenado por dos vías, como lo son la trabecular (convencional) y la vía uvoescleral (no convencional).

La vía trabecular es la responsable de drenar el 90% de humor acuoso. Va desde el trabéculo hasta desembocar en las venas episclerales, en esta vía si la presión aumenta de igual forma aumenta el drenaje. Este drenaje se puede aumentar utilizando fármacos, laser (trabeculoplastia) o cirugía (trabeculotomía). La vía uveoescleral (no convencional) es el encargado del 10% que resta, en este caso pasa por el cuerpo ciliar, llega al espacio de la supra coroides y es drenado por la circulación venosa del cuerpo ciliar, coroides y esclerótica<sup>1</sup>.

Una de las funciones de este humor acuoso es la de nutrir a los tejidos avasculares (sin riego sanguíneo) del ojo, como la córnea y el cristalino<sup>4</sup>. El humor acuoso suele tener una presión constante con parámetros de normalidad entre 10 y 20 mmHg, ya que de modificarse hacia abajo (hipotensión) y de elevarse (hipertensión) puede condicionar glaucoma y daño a la capa de fibras nerviosas en su inserción al nervio óptico.

Se renueva cada 90 min y está compuesto en un 98% por agua, en la que se disuelven proteínas, enzimas, glucosa, sodio y potasio<sup>4</sup>, aunque algunos autores indican que se reemplaza cada 10 min<sup>1</sup>. También otras referencias brindan un rango de presión intraocular (PIO) en la población de entre 11 y 21 mmHg<sup>1</sup>, este nivel de PIO es heredado, entendiéndose el riesgo de desarrollarse una presión anormal en familiares de primera línea.



Cuando llegan a aparecer las proteínas en procesos inflamatorios dentro del humor acuoso es conocido como fenómeno de Tyndall<sup>4</sup>.

### 1.3. Presión Intraocular

La elevación de la presión intraocular puede dar como resultado daño mecánico o isquémico en la cabeza del nervio óptico<sup>5</sup>. Este es el daño ocasionado por el glaucoma, en donde se observa los axones del nervio óptico dañados. La elevación de la PIO es un factor de riesgo clave para el desarrollo y la progresión del glaucoma<sup>6</sup>. Se ha demostrado que el tratamiento para reducir la PIO disminuye la progresión del glaucoma<sup>7</sup>.

Hay que tener en cuenta que existen casos en los que la presión intraocular se encuentra dentro de los límites normales y aun así hay daño, como lo es en el glaucoma de tensión normal.

Existen factores como la tasa de secreción de humor acuoso y la tasa de drenaje de humor acuoso, que determinan el nivel de presión intraocular. Por un lado, la tasa de drenaje dependerá de la resistencia en los canales de drenaje y el grado de presión venosa episcleral. Este drenaje es proporcional a la diferencia entre la PIO y presión venosa episcleral<sup>1</sup>. La presión intraocular sufre fluctuaciones o pequeños cambios los cuales pueden ser por actividades cotidianas o asociadas al glaucoma.

La PIO normalmente varía con el momento del día, el latido cardíaco, la presión arterial y la respiración, con oscilaciones de 5mmHg. En cambio, un paciente con glaucoma de tensión normal puede tener una fluctuación similar a la de una persona sin glaucoma<sup>1</sup>.

La variación o fluctuación de la PIO es mayor en los pacientes con glaucoma o hipertensión ocular, aproximadamente entre 7-10mmHg<sup>7</sup>.

El rango de PIO en la población general va entre los 11 y 21 mmHg (figura 1), considerándose 21mmHg como punto límite de normalidad, considerándose niveles mayores sospechosos. Existe la llamada hipertensión ocular, que reporta medidas de 30mmHg y no desarrollan glaucoma, también hay que mencionar que el nivel de PIO es hereditario en familiares de primera línea<sup>1</sup>. Sin embargo, no se puede diagnosticar el glaucoma basándose solo en la presión intraocular<sup>8</sup>.

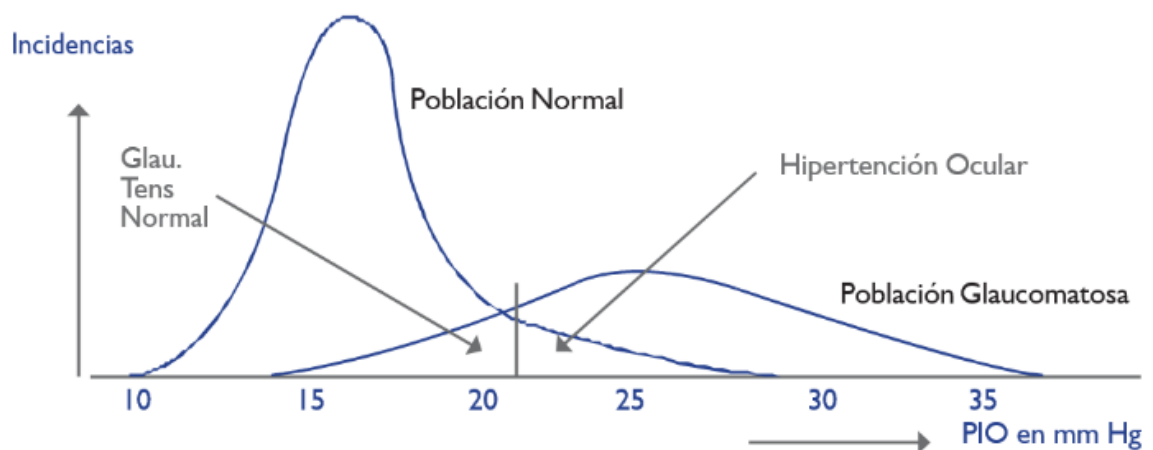


Figura 1. Distribución de la PIO en población normal y glaucomatosa.

Este factor de riesgo es actualmente donde se centran las estrategias terapéuticas para el glaucoma, por lo que es aconsejable medir la PIO del paciente múltiples veces y a diferentes horas del día, ayudando a promediar de manera personalizada la PIO de dicho sujeto.

#### 1.4. Clasificación

El glaucoma puede presentar diversos tipos de fisiopatología, presentación clínica y tratamiento. Esta variedad tan grande ocasiona dificultades para abarcar todas las formas. En la literatura se puede encontrar diversas clasificaciones como: momento de aparición, primario o secundario a otras causas, entre otras. Otra manera que podemos encontrar una clasificación de glaucoma es según su etiología, como aparece en la Tabla 1<sup>9</sup>.

Tabla 1. Clasificación de glaucoma según etiología, la cual engloba gran parte de los tipos de esta patología<sup>9</sup>.

<b>GLAUCOMA CRÓNICO DE ÁNGULO ABIERTO (IDIOPÁTICO)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glaucomas de presión elevada</li> <li>• Glaucomas de presión normal</li> </ul>
<b>GLAUCOMAS POR BLOQUEO PUPILAR</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glaucoma por cierre angular agudo</li> <li>• Glaucoma por cierre angular subagudo</li> <li>• Glaucoma por cierre angular crónico</li> <li>• Glaucoma de mecanismo combinado</li> </ul>
<b>GLAUCOMAS DEL DESARROLLO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glaucoma congénito (infantil)</li> <li>• Glaucoma juvenil</li> <li>• Síndrome de Axenfeld-Rieger</li> <li>• Anomalía de Peters</li> <li>• Aniridia</li> <li>• Otras alteraciones del desarrollo</li> </ul>
<b>GLAUCOMAS ASOCIADOS A OTROS TRASTORNOS OCULARES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glaucomas asociados a trastornos del endotelio corneal (síndrome endotelial iridocorneal, distrofia polimorfa posterior, distrofia endotelial de Fucks)</li> <li>• Glaucomas asociados a trastornos del iris y del cuerpo ciliar (glaucoma pigmentario, iridosquisis, iris en meseta)</li> <li>• Glaucomas asociados a trastornos del cristalino (síndrome de exfoliación, glaucomas de ángulo abierto inducidos por el cristalino, glaucomas asociados a intumescencia y dislocación del cristalino)</li> <li>• Glaucomas asociados con trastornos de la retina, la coroides y el vítreo (glaucomas asociados a desprendimiento de retina y alteraciones vitreoretinianas, glaucoma neovascular)</li> <li>• Glaucomas asociados con tumores intraoculares</li> </ul>
<b>GLAUCOMAS ASOCIADOS CON UN AUMENTO DE LA PRESIÓN VENOSA EPISCLERAL</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfermedades sistémicas asociadas con presión intraocular elevada y glaucoma</li> <li>• Glaucoma corticoide</li> </ul>
<b>GLAUCOMAS ASOCIADOS CON INFLAMACIÓN Y TRAUMATISMOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glaucomas asociados a queratitis, episcleritis y escleritis</li> <li>• Glaucomas asociados a uveítis</li> <li>• Glaucomas asociados a traumatismos oculares</li> <li>• Glaucomas asociados a hemorragias</li> </ul>
<b>GLAUCOMAS SECUNDARIOS A CIRUGÍA INTRAOCULAR</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glaucoma por bloqueo ciliar (maligno)</li> <li>• Glaucomas en la afaquia y pseudoafaquia</li> <li>• Proliferación epitelial, fibrosa y endotelial</li> <li>• Glaucomas asociados con la cirugía corneal</li> <li>• Glaucomas asociados a la cirugía vitreoretiniana</li> </ul>

### 1.5. Epidemiología

Según la organización mundial de la salud (OMS) el glaucoma es el causante del 8% de ceguera en el mundo. Se estima una cantidad de 60 millones de personas en el mundo que padecen glaucoma y, según cálculos, esta cifra para el año 2020 sufrirá un aumento, dando como resultado aproximadamente 80 millones de personas que la padecerán<sup>10</sup>.

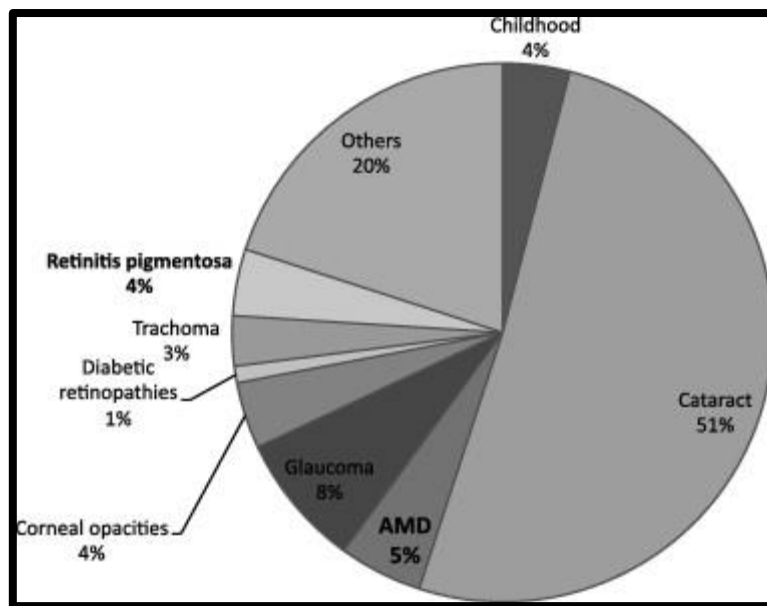


Figura 2. Causas globales de ceguera. Porcentajes de ceguera en 2010. .  
Datos de la Organización Mundial de la Salud (2010).

En Estados Unidos de Norteamérica se calcula que más de 2,2 millones de estadounidenses tienen glaucoma, pero solo la mitad sabe que lo tiene, más de 120.000 personas son ciegas debido al glaucoma.

Por su parte en América Latina, según la organización panamericana de salud (OPS) la prevalencia de glaucoma varía entre 1% y 3,4% en personas mayores de 50 años. Además, es causante de un 15% y 20% de la ceguera en los países con más ascendencia africana. En cifras del caribe, la prevalencia de glaucoma de ángulo abierto en personas mayores de 40 años de edad son superiores a 7%<sup>11</sup>.

La población panameña tiene entre 5% y 7% de personas enfermas con glaucoma, enfermedad ocular que causa daño progresivo en la retina hasta llegar a la ceguera, y la mitad no lo sabe. Siendo el glaucoma el responsable del 10,2%

de la ceguera en Panamá<sup>12</sup>.

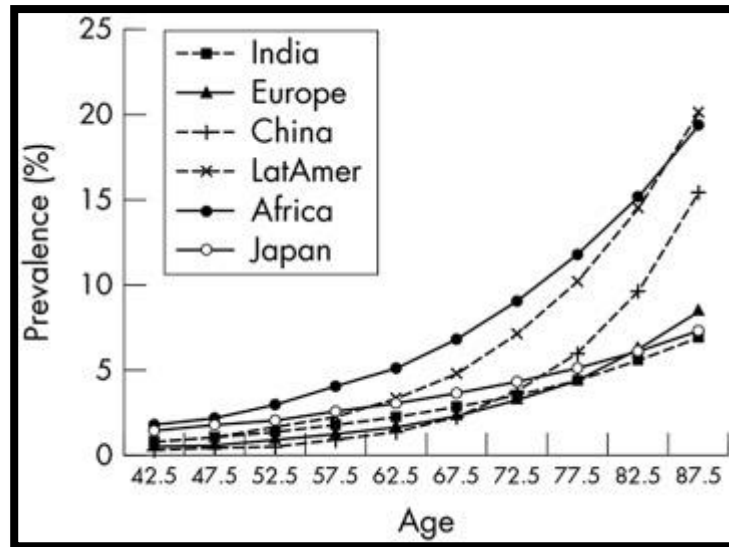


Figura 3. Prevalencia estimada de glaucoma en 2010 según los datos del modelo de prevalencia<sup>13</sup>.

#### 1.6. Factores de riesgo

- Vejez: se puede asociar a otras enfermedades relacionadas con la edad aunque no es una relación directa. Estas patologías que pueden relacionarse son: degeneración macular, enfermedades vasculares, apnea del sueño obstructiva, entre otras<sup>14</sup>.
- Antecedentes familiares: este factor mejora la precisión de la clasificación diagnóstica. Se observó que el diagnóstico correcto en el 82,5% de los casos es de la información proporcionada por un historial médico<sup>15</sup>.
- Género: diversos estudios han mostrado la relación entre el género y la prevalencia de glaucoma. Un estudio demostró que los hombres tienen más probabilidades de desarrollar glaucoma de ángulo abierto<sup>16</sup> aunque no está realmente claro. En cambio, hay estudios donde se demuestra que las mujeres tienen más riesgo a padecer glaucoma de ángulo cerrado<sup>17</sup>.
- Raza: se ha probado una prevalencia seis veces mayor del glaucoma primario de ángulo abierto en los afroamericanos en comparación a los blancos<sup>18</sup>; sin embargo, se ha demostrado que existe una prevalencia mayor en los asiáticos de glaucoma de ángulo cerrado en comparación con los blancos<sup>19</sup>.

- Miopía alta: Marcus et al. sugiere en su estudio que la progresión de glaucoma aumenta con el grado de miopía, con lo cual se pudiera explicar el aumento de la prevalencia de esta patología en la población asiática<sup>19</sup>. Además, hay estudios que relacionan el error refractivo y la predisposición de desarrollo de un tipo u otro de glaucoma, determinando que un hipermetrope tiene riesgo de desarrollar glaucoma de ángulo cerrado<sup>20</sup>
- Hipotensión e hipertensión: se ha demostrado que existe una asociación entre la baja presión diastólica y mayor prevalencia de glaucoma<sup>21</sup>, en contraste se encontró una correlación positiva en un estudio de 4297 sujetos entre la hipertensión sistémica y el glaucoma primario de ángulo abierto<sup>22</sup>.

### 1.7. Diagnóstico

El diagnóstico del glaucoma se debe acompañar de múltiples pruebas para estudiar al paciente funcionalmente así como también cada una de las estructuras antes mencionadas que guardan relación con su expresión.

- 1.7.1. Tonometría: con una toma de presión intraocular no se diagnostica el glaucoma por sí solo. Esta prueba brinda la información del nivel de presión intraocular del paciente de forma objetiva. Existen varios tipos de tonómetros para hacer esta toma, con mucha frecuencia los oftalmólogos utilizan la tonometría de contacto con la instilación de una gota anestésica. Basada en la fuerza necesaria para aplanar la córnea o el grado de indentación corneal producido por una fuerza fija<sup>1</sup>

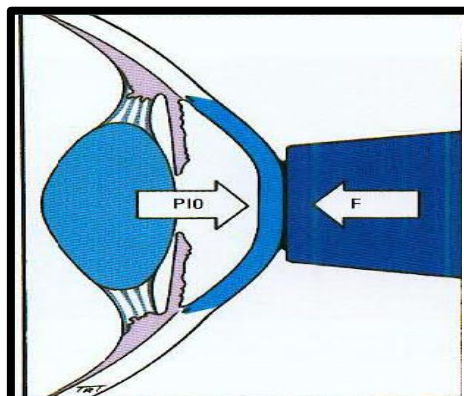


Figura 4. Principio de tonometría de aplanamiento de Goldman<sup>1</sup>.

1.7.2. Gonioscopia: con esta prueba se evalúa el ángulo de la cámara anterior, el cual nos permite discriminar entre un glaucoma de ángulo estrecho (existe un contacto entre iris y córnea impidiendo el drenaje de humor acuoso) o un glaucoma de ángulo abierto.

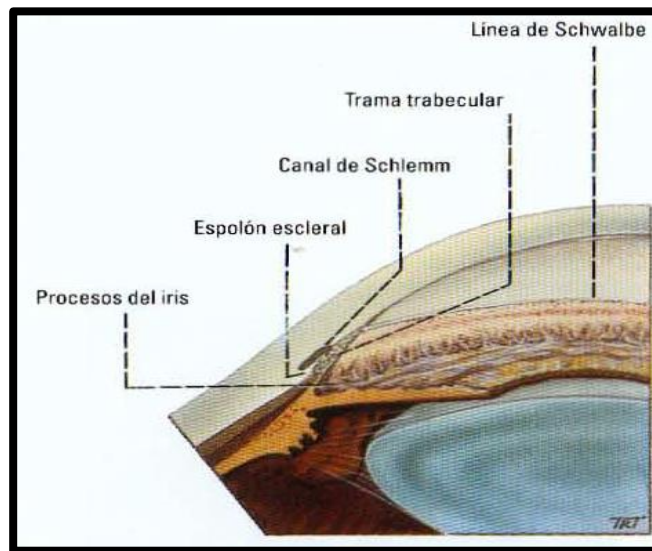


Figura 5. Estructuras que se observan con la gonioscopia<sup>1</sup>.

1.7.3. Fondo de ojo: en el fondo de ojo se estudian las estructuras como la papila óptica, evaluando su tamaño y forma, relación copa/disco. La evaluación del grosor, la simetría y el color del borde neuroretiniano es importante<sup>1</sup>. La tomografía de coherencia óptica es actualmente la tecnología utilizada para evaluar las estructuras. Estos aparatos pueden discriminar los signos morfológicos en la fovea, la papila óptica etc. de forma más precisa.

1.7.4. Perimetría: es el método por el cual se mide y evalúa el campo visual de una persona. Existen diferentes tipos, como lo es la estática y dinámica, además de diferentes niveles de estímulos para la evaluación exhaustiva. Estos perímetros cuentan con índices de exactitud que minimizan los posibles errores como: pérdida de fijación, falso positivos y falsos negativos. La perimetría se utiliza para tener un control de los pacientes de glaucoma y

evaluar su campo visual de forma periódica<sup>1</sup>.

## 1.8. Tratamientos

Los tratamientos del glaucoma se han centrado principalmente en disminuir la presión intraocular

- 1.8.1. Fármacos: se utilizan colirios para disminuir la PIO, se mencionan las siguientes: prostaglandinas, betabloqueadores, diuréticos, agonistas colinérgicos<sup>23</sup>. Los análogos de prostaglandina disminuyen la PIO al reducir la resistencia al flujo de salida del humor acuoso, mientras que los os betabloqueantes, por otro reducen la PIO al disminuir la formación de humor acuoso<sup>24</sup>
- 1.8.2. Laser: cuando el tratamiento farmacológico no reduce la PIO se consideran a otras opciones como la utilización de láser, emitiendo energía térmica hacia la malla trabecular provocando cicatrización abriéndose espacio en las estructuras<sup>25</sup>. Entre las técnicas se encuentran trabeculoplastia con láser argón, selectiva con láser, esclerostomia filtrante con láser holmium y trabeculoplastia<sup>1</sup>.
- 1.8.3. Cirugía: esta es la opción que se toma en cuenta cuando los fármacos y el láser no son efectivas para el control de la PIO. Una de las técnicas es la trabeculectomía: esta técnica es considerada la técnica por excelencia<sup>26</sup>, aunque hay estudios que muestran un descenso en este tipo de cirugías por todos los riesgos a corto y largo plazo que ocasiona.
- 1.8.4. Dispositivos: esta técnica ha tenido un gran uso, hay estudios que demuestran el aumento de está en comparación con la Trabeculectomía. Estos dispositivos llamados implantes de drenaje de glaucoma consisten en un tubo para desviar el humor acuoso; los dos tipos más utilizados son: la válvula Ahmed y el implante Baerveldt. Algunas veces se utilizan estos dispositivos con medicamentos para glaucoma por complicaciones<sup>27</sup>.



## 1.9. Discapacidad visual y glaucoma:

El glaucoma es el la tercera causa de discapacidad visual en el mundo<sup>28</sup>. Esta patología de no tratarse, daña el campo visual periférico progresivamente hasta llegar a una vision tubular, discapacitando funcionalmente al sujeto que lo padezca, afectando su calidad de vida y rendimiento en actividades de la vida diaria como leer, caminar y conducir<sup>29</sup>.

La discapacidad visual que puede producir el glaucoma, generalmente se evalúa mediante cuestionarios realizados a los pacientes, es de forma subjetiva refiriendo su evaluación al propio estado de salud. Uno de esos cuestionarios es el NEI VRQ-25, en este cuestionario se evalúa el estado de salud de las personas con enfermedades oculares crónicas, bienestar emocional y funcionamiento social, en el cual se han encontrado fuerte relaciones entre su puntuación final y el campo visual del paciente. Visualmente, una persona con glaucoma tiene reducción de campo visual periférico, disminución de color, especialmente en frecuencias medias, disminución de sensibilidad al contraste.

### 1.9.1. Campos visuales

Estudios muestran la relación entre el resultado de la perimetría de un paciente con el glaucoma y los puntajes finales de los cuestionarios que se realizan sobre su calidad de vida. Además cuantos más cambios sufría un campo visual de una misma persona, más modificaba su puntuación de los cuestionarios durante su periodo de seguimiento<sup>30</sup> prediciendo de una manera la discapacidad visual que conlleva el deterioro del campo.

Generalmente la vision central del paciente se mantiene estable, a pesar de la constricción del campo periférico siempre y cuando no se afecte la macula, o sea, se conserven los 5° centrales, pudiendo discriminar detalles pequeños. La ubicación del deterioro del campo visual determina como se expresa la discapacidad visual y su repercusión en actividades como leer (de forma reducida, dificultad para cambiar de renglón), caminar, salir, comer, vestirse. Sin embargo, hay evidencia científica sobre que la disminución del campo periférico afecta la movilidad y dificultad en el desplazamiento, localización de objetos, leer, mirar televisión, mayor riesgo a caídas y lesiones<sup>31</sup>.

La exploración de los campos visuales suele llevarse a cabo con la perimetría. En los pacientes con baja vision es común encontrarse con inestabilidad de fijación por lo cual se realizan técnicas como la perimetría por confrontación, rejilla de Amsler, pantalla tangente, perimetría computarizada, microperimetría (también utilizado para trabajar el locus retiniano preferente), perímetro de cúpula<sup>32</sup>.

### 1.9.2. Rehabilitación visual

En una persona con discapacidad visual se modifica su vida en general, relaciones personales, profesionales y sociales, esto puede llevar al deterioro de la calidad de vida. Con una rehabilitación visual de forma adecuada se busca aumentar el uso de sus habilidades visuales residuales, ayudando a brindar autonomía e independencia teniendo en cuenta siempre los objetivos del paciente. A pesar de todo las repercusiones en la calidad de vida, su derivación al servicio de baja vision en Estados Unidos por ejemplo es del 13,9%<sup>33</sup>. Estudios indican que esto puede ser a causa de la falta de referencia del profesional o información inadecuada sobre la baja vision.

En definitiva, lo que el rehabilitador busca es utilizar técnicas, recursos, ayudas adaptativas, ayudas ópticas y no ópticas para lograr el mayor provecho de la vision residual del rehabilitando.

Justificación:

El glaucoma es el causante del 8% de la ceguera mundial, esto implica la necesidad de conocer los avances en la rehabilitación visual de dicha patología. Actualmente la población mundial está aumentando su esperanza de vida, por lo cual debemos estar preparados para tener estrategias y enfrentar las distintas situaciones de salud visual que se presenten.

En este trabajo de búsqueda bibliográfica se conocerá todo lo posible, referente al glaucoma y el servicio de rehabilitación visual.

## 2. OBJETIVOS

### Objetivo principal

- Investigar mediante revisión bibliográfica las diferentes opciones de rehabilitación visual en los pacientes de glaucoma.

### Objetivos secundarios

- Analizar las últimas aproximaciones terapéuticas en glaucoma y su repercusión en la rehabilitación visual de dichos pacientes.
- Estudiar la efectividad en la rehabilitación visual de los resultados de las distintas técnicas estudiadas.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### Materiales

Como materiales de este trabajo de revisión bibliográfica se utilizaron las siguientes fuentes de información: repositorios científicos, revistas científicas electrónicas, búsquedas en internet, libros de textos.

#### Métodos

Para tener acceso a las revistas científicas, fueron buscadas por el medio del repositorio científico PUBMED (National Center for Biotechnology Information, Bethesda, MD) y Elsevier revistas. Fueron revisados artículos y libros en inglés.

Tabla2. Palabras de búsqueda

Vision rehabilitation and glaucoma	low vision and glaucoma	Glaucoma and Visual disability
rehabilitation glaucoma	therapy for glaucoma	functional mobility
Stem cells in glaucoma	loss of peripheral vision	Quality of life and functional in glaucoma
Visual rehabilitation in loss of peripheral vision	new rehabilitation technologies in loss of peripheral vision	cane in glaucoma
new techniques of visual rehabilitation in glaucoma	light and glaucoma	Glaucoma and Mobility Performance
quality of life in glaucoma patients	Advances in visual rehabilitation in glaucoma	Low-Vision Rehabilitation in Glaucoma
Low vision rehabilitation in glaucoma	Glaucoma 66,882 resultados	Glaucoma Progression

## 4. Resultados

Las nuevas técnicas de rehabilitación visual en glaucoma van desde las terapias neuroprotectoras (fármacos) hasta el uso de células madres, pero a nivel de rehabilitación existen ayudas para mejorar la autonomía e independencia en casos en los que el campo visual está muy reducido.

El servicio de baja visión y rehabilitación visual mediante sesiones adapta las ayudas necesarias a cada uno de los rehabilitandos según sean sus objetivos, necesidades y siempre con un enfoque realista.

La rehabilitación de un paciente con glaucoma se enfocará en su orientación y movilidad, para lograr un desplazamiento seguro, el cual se dificulta por la pérdida visual causada por el estrechamiento del campo visual periférico. Así como también a mejorar la agudeza visual (de ser el caso) y la sensibilidad al contraste que se ve afecta.

Aunque no todos los pacientes que padecen glaucoma pasarán a un servicio de rehabilitación visual, no está de más que tanto el profesional como el paciente maneje información sobre este servicio de tal manera que se pueda valorar la necesidad o no de utilizarlo.

Antes de proponer las ayudas que se le pueden ofrecer a un paciente con glaucoma, es necesario realizar una evolución funcional. En dicha evaluación incluye: agudeza visual de lejos y cerca, campo visual, sensibilidad al contraste, visión de color, deslumbramiento. Estas pruebas son realizadas con los optotipos indicados y en situaciones similares a la actividad frecuente u objetivo del paciente.

En la actualidad existen múltiples técnicas farmacológicas las cuales tratan de frenar la progresión, pero no es posible recuperar lo ya perdido.

### 4.1. Neuroprotección

Estos fármacos neuroprotectores protegen las células de la retina y su función de los desastrosos efectos de la presión elevada. Esta presión daña y ocasiona la muerte de las células ganglionares, por lo cual, se puede definir

neuroprotección como la disminución de la pérdida funcional en el glaucoma por un mecanismo independiente de la disminución de la presión intraocular<sup>34</sup>. En otras palabras, se buscan otros mecanismos para evitar el daño de las células ganglionares que no sea solo la disminución de la PIO.

Hay varios modelos diferentes de glaucoma animal en uso para la neuroprotección, incluidos ratones, ratas, Beagle, cerdos y primates no humanos.

Diversos estudios han demostrado los efectos neuroprotectores sobre las células ganglionares retinianas luego de utilizar memantina, la cual ha sido aprobada por la FDA para el tratamiento de la enfermedad de Alzheimer, además de ser el único agente de neuroprotección que completado el ensayo clínico de fase III en pacientes con glaucoma de ángulo abierto<sup>35</sup>. La neuroprotección está enfocada cualquier parte de la célula ganglionar de la retina, la glía, especialmente los astrocitos o las células Muller, y la vasculatura<sup>36</sup>.

Uno de esos estudios es el de Gu et al. realizado en ratas, se demuestra la capacidad de reducción de pérdida de células ganglionares de la retina, después de la fotocoagulación con laser<sup>37</sup>. Del mismo modo, se encontró en un estudio realizado igualmente en ratas modelo de hipertensión ocular crónica, el efecto neuroprotector de la memantina sobre la lesión del nervio optico<sup>38</sup>. En el estudio de Jiang et al. en donde se evaluó la eficacia de la inyección intravítrea de microesferas biodegradables cargadas con factor neurotrófico derivado de las células gliales<sup>39</sup> (GDNF) para promover la supervivencia de las células ganglionares de la retina en donde los animales tratados con microesferas mostraron un aumento significativo en la supervivencia de RGC y axón en comparación con las microesferas no cargadas<sup>40</sup>.

La neuroprotección de las RGC es una estrategia de investigación sólida, va siguiendo la línea de estrés oxidativo, plegamiento de proteínas, disfunción mitocondrial. Incluso, para mejorar los agentes neuroprotectores, se realiza explante de retinas en ratones para la detección óptima de los efectos neuroprotectores y guiar el futuro tratamiento, así como se demuestra en el estudio de Pattamatta et al.<sup>41</sup>.

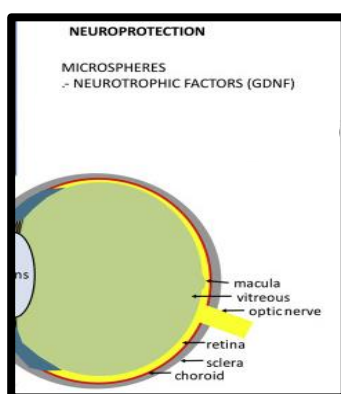


Figura 6. Microesferas cargadas con factor neurotrófico derivado de las células gliales (GDNF)<sup>40</sup>.

#### 4.2. Células madres

Las células madres son nueva terapia para el glaucoma, actualmente hay mucho desacuerdo sobre esta tecnología. Lo que se busca con esto es regenerar las estructuras dañadas por el glaucoma. Las células madres tienen una capacidad de autorrenovación y tienen un gran potencial para diferenciarse en muchos tipos de células adultas. Un estudio en el cual se buscaba aumentar la supervivencia de los fotorreceptores en una retina degenerada demostró que el uso de células madres embrionarias mejoró la supervivencia retrasando la progresión de la degeneración del nervio óptico en el glaucoma<sup>42</sup>.

Las investigaciones sobre esta opción siguen dándose, aunque se pueden encontrar estudios como el realizado en pacientes de retinitis pigmentosa, en donde el trasplante de tejidos retinales fetales no ha presentado mejoría y se ha considerado ineficiente. Para este tipo de procedimientos se utilizan células madres embrionarias, derivadas del tejido retinal fetal, células madres adultas derivadas de tejidos adyacentes o células derivadas del sistema nervioso central, entre otras<sup>43</sup>.

Otros puntos importantes de esta terapia es el saber cuándo es el momento ideal para el trasplante, el cual no es claro, tampoco está claro el tipo de célula madre

a utilizar, modo de colocarlas sin crear complicaciones, siendo el crecimiento de tumores la complicación de mayor frecuencia, pero lo que se busca obtener es la restauración neuronal retinal.

Un estudio realizado en Estados Unidos tiene como fin la evaluación de la eficacia de las células madres derivadas de medula ósea en patologías de retina y nervio óptico incluidos el glaucoma en el cual se estima la participación de 300 personas el cual tuvo fecha de inicio agosto 2013, fecha de finalización primaria y como fecha de culminación de estudio agosto 2019<sup>44</sup>.

Las investigaciones sobre este tema siguen en marcha ya que hay casos en donde los pacientes que padecen glaucoma y son medicados farmacológicamente, intervenidos quirúrgicamente y son resistentes. Por tanto, el glaucoma sigue acabando con células ganglionares reduciendo cada vez más el campo visual hasta llegar a una discapacidad visual grave o ceguera, entendiéndose esto como una de las causas para seguir investigando.

#### 4.3. Implante cortical

En el glaucoma se degeneran las células ganglionares de la retina, esto imposibilita el uso de implantes epirretinianos, prótesis transcoroidales, suprarretinianos, por lo cual debemos pasar a la rehabilitación visual protésica cerebral. Esta estrategia es llamada implante corticales, los cuales por todo lo que implica son invasivos, existe riesgo de infección, inflamación y muerte celular alrededor de los electrodos luego de una estimulación eléctrica<sup>45</sup>.

La estimulación cortical sigue siendo la única esperanza de proporcionar visión a pacientes con patologías como el glaucoma, atrofia del nervio óptico o daño al cuerpo geniculado lateral<sup>46</sup>.

La prótesis visual cortical es ventajosa sobre otros enfoques, ya que evita todas las neuronas enfermas visuales rostrales a la corteza visual primaria. Como tal, este enfoque tiene el potencial de restaurar la visión al mayor número de pacientes ciegos. Por lo que podemos decir que es un enfoque universal.

Para este tipo de prótesis existe la nueva tecnología desarrollada por Second Sight, llamada Orión I, aprobado para su ensayo experimental clínico en humanos en el 2017 por la FDA.



Estimula directamente el área de la visión en la corteza cerebral para generar patrones lumínicos, por lo cual no se toma en cuenta las capas retinianas dañadas en las distintas patologías que causan discapacidad visual y ceguera<sup>47</sup>. Todos los pacientes podrían llegar a recuperar una visión funcional sin importar su patología.

Este sistema convierte las imágenes capturadas por una cámara de video en miniatura montada en las gafas del paciente en una serie de pequeños pulsos eléctricos<sup>48</sup>.

Desde Second Sight han declarado que se espera que permita percibir la forma, la posición, la orientación y el movimiento de objetos, y probablemente ver letras muy grandes<sup>47</sup>.

La compañía está llevando a cabo un estudio de factibilidad en los EE. UU. En dos centros: el Ronald Reagan UCLA Medical Center y Baylor College of Medicine en Houston. No hay datos clínicos disponibles para el Orion5 En 2015, la compañía probó con éxito Orión en animales<sup>49</sup>. El primer paciente humano que recibió el sistema de prótesis visuales corticales de Orión fue implantado con el dispositivo a finales de enero de 2018, como parte de un estudio clínico de viabilidad.

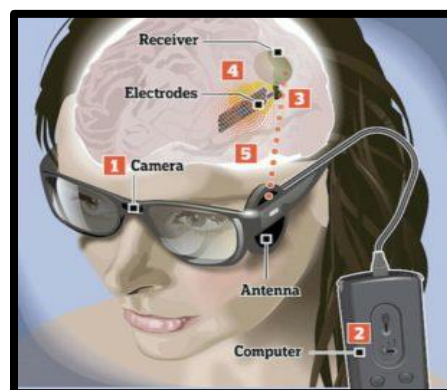


Figura 7. Ejemplo del implante cortical Orión I. (Imagen tomada de Infotecnovision url <https://www.infotecnovision.com/orion-i-nuevo-sistema-de-vision-artificial-con-el-que-second-sight-da-sus-primeros-pasos-en-la-estimulacion-visual-cortical/>)

Calidad de vida:

Cuando una persona padece glaucoma no solo repercute sobre su función visual, sino que también modifica su economía ya que el tratamiento dependerá del tipo de glaucoma, severidad; y su estabilidad psicológica, social.

En definitiva iniciar un servicio de rehabilitación es entender que se cuenta con una desventaja, el rehabilitador explica su situación y como afecta funcionalmente su padecimiento. Existen cuestionario como el Glaucoma Quality of life (GQL-15) en donde se evalúa de forma más específicas como afecta el glaucoma en la calidad de vida<sup>50</sup>.

Con instrumentos como cuestionarios, más la valoración funcional se llega a una conclusión sobre el impacto que ha tenido en la vida del sujeto. Como primer punto la prioridad se basará en la orientación y movilidad, en aumentar su facultad de deambular ya que está se observa disminuida en pacientes con glaucoma avanzado, en estos pacientes también se observan más caídas, accidentes de vehículos, mayor deslumbramiento y dificultades a la adaptación de luz y oscuridad<sup>51</sup>. Toda esta información sirve para un mejor enfoque y toma de decisiones sobre la ayuda a presentarle al rehabilitando.

#### 4.4. Ayudas Ópticas

Lo que se busca con el uso de las diferentes ayudas en el servicio de rehabilitación visual es aprovechar al cien por cien la vision residual del paciente o ya en este punto, el rehabilitando. Este aprovechamiento se consigue maximizando la visión y el conjunto de habilidades que tiene la persona logrando mejorar la calidad de vida, aumentar su autonomía e independencia lo más posible que sea.

Las ayudas ópticas buscan mediante instrumentos ópticos aumentar el tamaño de un estímulo o aumentar la calidad óptica de objetos mediante filtros<sup>52</sup>.

4.4.1. Lupas: estos dispositivos se pueden encontrar con luz o sin luz, su utilidad va indicada para tareas de corto y tareas de visualización rápida, a largo plazo también se utilizan, pero mejor si son lupas

soportes para realizar lecturas más largas como por ejemplo, leer un libro<sup>53</sup>. Estudios demuestran una mejora en los pacientes de glaucoma con el uso de lupas al momento de la lectura, incluso que las tienen soporte son utilizadas para la lectura prolonga se utilizan también para evitar posibles temblores y se mantiene una distancia de trabajo estable<sup>32</sup>.

Una de las ventajas de esta ayuda es su fácil manejo, distancia de trabajo superior al microscopio<sup>32</sup>, también hay que mencionar que los pacientes con glaucoma prefieren el uso de lupas con luz<sup>54</sup>. Aunque algunos pacientes no refieren verse afectados por el glaucoma en su inicio, en un estudio refirieron que se le hacía difícil, por ejemplo, la lectura y la dificultad con el reconocimiento facial<sup>55</sup>, destacándose la importancia de mejorar la lectura en estos pacientes, proporcionando las lupas una solución.

La velocidad de lectura al utilizar la lupa es lenta, además es necesario que se mantenga una manera de ver de forma perpendicular para evitar aberraciones, estos son algunos de los inconvenientes además de un campo visual reducido<sup>57</sup>.

Como resumen se puede mencionar los siguientes tipos de lupas<sup>32</sup>:

- Lupa de mano
- Lupa soporte
- Con luz o sin luz

4.4.2. Microscopio: son lentes positivas de alta potencia, se puede utilizar de forma monocular o biocular<sup>32</sup>. Su principio se basa en ampliación al disminuir la distancia relativa.

Se pueden utilizar en pacientes con temblores manuales lo cual es de mucha ayuda. Uno de sus inconvenientes es que la distancia de trabajo desde el objeto es muy corta, traduciéndose en fatiga, frecuentes movimientos de cabeza requiriéndose más entrenamiento y necesitándose auxiliares como atriles<sup>56</sup>.

4.4.3. Telemicroscopio: es una ayuda óptica que brinda una distancia para su uso mayor que la del microscopio, aunque su campo visual se encuentra más reducido<sup>56</sup>. Se usa también para ver de lejos de forma esporádica adicionándole una lente negativa. Solo sirve para

una distancia determinada, tienen un costo elevado y necesitan mantenimiento.

- 4.4.4. Circuito cerrado de televisión: en los pacientes de glaucoma con el campo visual altamente reducido es útil, ya que es flexible para la hora de realizar lecturas prolongadas, facilita la búsqueda y exploración, además de tener la opción de un alto contraste y un campo visual amplio<sup>50</sup>. Una de las múltiples ventajas es que no sufren de distorsión periféricas.

El uso del CCTV incluye la opción de reducir el deslumbramiento de la pantalla, brillo, contraste, además de dividir la pantalla<sup>57</sup>, pero tienen un costo entre los 300 a 5000€, dependiendo de sus características<sup>54</sup>. También, esta ayuda para los pacientes de glaucoma es eficaz ya que se puede aumentar el campo visual haciendo mayor el tamaño de la pantalla manteniendo una buena distancia de trabajo, cabe destacar que no suelen necesitar ayudas adicionales, en base a todo lo antes mencionado su tiempo de uso puede ser más prolongado<sup>32</sup>.

Este sistema se puede adaptar para diferentes actividades como: ver de lejos (observar pizarra) o ver de cerca (lectura). Esta ayuda es binocular, aunque dentro de sus inconvenientes están: ser inmóviles, costo, mantenimiento<sup>56</sup>.

La ONCE indica que este dispositivo es indicado principalmente en sujetos que no se han logrado adaptar a otras ayudas, que necesitan aumentos elevados difíciles de conseguir en otras ayudas, en campos visuales muy reducidos en donde los sujetos no se han adaptado a las ayudas y en personas en donde la lectura es muy prolongada<sup>56</sup>.

- 4.4.5. Telescopio: es un dispositivo óptico basado en ampliación angular, además ayudan a realizar tareas a distancia de 6 metros o más. Con el uso del telescopio se puede utilizar unas gafas de lejos o agregar la corrección de lejos al propio telescopio<sup>56</sup>. Este dispositivo se prescribe para tareas a distancia, cercanas e intermedias, aumenta el tamaño de lo que observas. Se puede adaptar en gafas, usarlos de forma binocular manual, monocular.

En estudios como el de Khan et al. se prescriben esta ayuda y se demostró en una mejoría en la agudeza visual con su uso<sup>58</sup>.

Los telescopios se pueden adaptar en las gafas, esta adaptación se puede dar en distintas posiciones como: central o superior. Se debe analizar cuál será su uso y así su mejor opción de utilización, ejemplo, si el rehabilitando requiere desplazarse con ellos la mejor opción será en posición superior<sup>56</sup>, también pueden utilizarse con lentes de contacto.

El telescopio convencional invertido como el galileo, disminuyen la imagen aumentado el campo visual. El sistema lo que hace es reducir el tamaño de la imagen en el meridiano horizontal y amplía el campo visual en este meridiano<sup>59</sup>.

El telescopio invertido es eficaz en los individuos que mantienen una buena agudeza visual central. Un ejemplo claro de utilización de telescopio invertido sería que aquellas personas que utilizan un telescopio manual puedan utilizarlo para cuando necesiten aumentar el campo visual y más aún en lugares no conocidos.

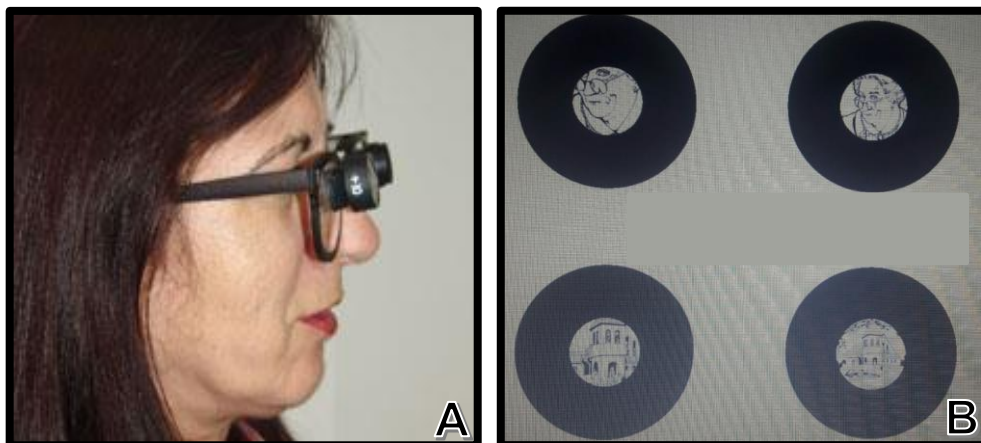


Figura 8 A) Adaptación convencional: montado en gafa en posición superior, puede ser montado monocular o binocular. Figura 9 B) Ejemplo de aumento de campo visual y reducción de imagen. (Imagen tomada de página web de clínica Barañano url: <http://www.baja-vision.org/bmayo11/ayudas.asp?id=16>)

4.4.6. Prisma de Fresnel: es una ayuda óptica para ayudar en caso de reducción del campo visual como se da en el glaucoma.

Estos son unos prismas colocados en varios sectores, alrededor de los 30° con base externa colocándose en la parte externa de las gafas, por lo cual la posición de mirada primaria no se ve afectada por ellos<sup>57</sup>.

La manera como se localiza objetos es que el rehabilitando mueva los ojos levemente y así tendrá una idea de lo que hay alrededor al llevar la imagen a un punto más central de su campo visual.

Con estos prismas cada dioptría del prisma desplaza la imagen ½° hacia el ápice, cabe destacar que potencias superiores a 10 prismas reducen la sensibilidad al contraste y la agudeza visual<sup>60</sup>.

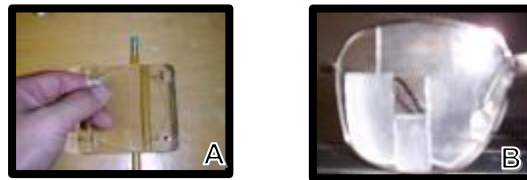


Figura 10. A) Desplazamiento de la imagen causado por el desplazamiento del prisma. Figura 11. B) Ubicación de prisma para constricción de campo total<sup>60</sup>.

Hay que tener presente todo lo que implica el uso de estos prismas, estas implicaciones son el salto de imagen, el cual suele iniciar como una imagen borrosa, desaparece y vuelve aparecer nítido, esto sirve para ser consciente que debe escanear y seguir para observar un movimiento<sup>61</sup>.

4.4.7. Filtros: Ayudan a minimizar o incluso hacer desaparecer el deslumbramiento y cambios de adaptación de luz a oscuridad de los rehabilitandos. En los pacientes con glaucoma son muy útiles, ya que a medida que disminuye su campo visual, de la misma manera aumenta su deslumbramiento<sup>56</sup>.

Antes de prescribirlos de forma definitiva, debe existir una profunda evaluación de prueba en donde el rehabilitando los use en interior y exterior. Hay filtros polarizados (que solo dejan pasar la luz en un plano) y de colores. En el caso del glaucoma se usan filtros de color

dentro de la gama naranja-amarillo, los cuales filtran la longitud de onda corta, o sea la gama del color azul, ya que estas producen mayor deslumbramiento<sup>56</sup> (ver Anexo 1).

Algunos autores indican que el glaucoma afecta la adaptación a la luz y a la oscuridad<sup>62</sup>. En el estudio de Nelson et al. concluyeron que una mala adaptación a la oscuridad y un deslumbramiento incapacitante en tareas que exigen vision periférica, causa tropiezos en el desplazamiento<sup>63</sup>.

Existen los llamados filtros de Corning, que reducen la transmisión de una longitud de onda en concreto, contienen características específicas y sus colores van de naranja-marrón oscuro. Son fotocromaticos<sup>32</sup>. Cabe destacar que también hay que tomar en cuenta la montura a utilizar del rehabilitando. Estos filtros suelen ser indicados para el glaucoma, los cuales dependen de cada caso, si se requiere en interior o exterior, pero siempre enfocándose en que brinde comodidad al rehabilitando.

Tabla 3. Filtros de corte selectivo Corning, Absorción y transmitancia. Spectral filters in low-vision correction. Ophtalmic Physiol

	CPF®450	CPF®511	CPF®527	CPF®550	CPF®527X	GlareCutter™
Wavelength cut-off (nm)	450	511	527	550	—	—
% Light transmission (lightened state)	67	44	32	21	33	18
% Light transmission (darkened state)	19	14	11	5	15	6
Absorption % in darkened state						
Minimum UVB	100	100	100	100	100	100
Minimum UVA	97	98	98	99	98	98
Blue light	95	98	98	98	98	98

Un estudio realizado en 1986 demostró que los glaucomatosos preferían el filtro de color ámbar claro en lugar del gris-verde claro<sup>64</sup>.

#### 4.5. Ayudas no ópticas:

Las ayudas no ópticas son aquellas que ayudan al aprovechamiento máximo de la vision residual, sin brindar aumentos. Entre estas ayudas tenemos:

##### 4.5.1. Atril: ayuda al paciente a mantener una distancia de lectura

constante, además de mantener una buena postura. Es útil cuando son plegables y de sobre mesa. Resultando cómodo para la lectura, escritura y se puede utilizar en cualquier mesa<sup>56</sup>.

#### 4.5.2. Iluminación: la iluminación se debe controlar en nuestros pacientes.

Se pueden encontrar luces incandescentes y fluorescentes (buena iluminación, pero dan calor) se debe evitar hacerse sombra con la mano a la hora de escribir<sup>56</sup>.

En el glaucoma suele ser necesario niveles altos de iluminación, sin producir deslumbramiento<sup>32</sup>. Las lámparas led tienen como ventaja la direccionalidad, iluminando solo la superficie deseada, siendo las más eficaces para baja visión.

#### 4.6. Ayudas adaptativas:

Como se ha comentado anteriormente el glaucoma disminuye el campo visual periférico a causa de la muerte de las células ganglionares.

Esta disminución de campo periférico repercute en el desplazamiento de las personas, o sea su orientación y movilidad se encuentran disminuidas. Las personas con glaucoma tienen dificultad para localizar objetos que se encuentran fuera de la posición primaria de mirada.

Una capacitación en orientación y movilidad en estos pacientes les brindará un nivel de independencia y autonomía, un bastón, alerta del camino, desniveles y bordes, siendo muy útil<sup>54</sup>.

En el estudio de Friedman et al. determinó que en el glaucoma bilateral la movilidad se ve reducida, además de detectar que estas personas caminan lentamente y tienen más golpes<sup>65</sup>. Por su parte en el estudio de De Alencar et al. el cual estudiaron sobre la marcha y riesgo a caídas en glaucoma concluyeron que el equilibrio, se ve afectado en los pacientes de glaucoma<sup>66</sup> coincidiendo con estudios de Señor Et al. en el cual concluyen que un campo visual reducido causa pérdida de equilibrio<sup>67</sup>.

Recordando que uno de los síntomas de los glaucomatosos es que la visión es algo borrosa o eclipsada, estas señales se traducen en pérdida de sensibilidad al contraste, funcionalmente esta disminución en la sensibilidad al contraste se expresa en dificultad para identificar: objetivos, obstáculos<sup>68</sup>. Turano et al. demostró que existe un 10% de



disminución en la velocidad de la marcha en los glaucomatosos, comparándolos con los no glaucomatosos, además demostraron que los glaucomatosos mostraron más tropiezos y problemas de orientación<sup>69</sup>. Todas estas razones dan a entender la necesidad del uso de ayudas adaptativas que ayuden a identificar obstáculos y a superar su movilidad reducida a causa del miedo por el riesgo a caídas.

4.6.1. Bastón: este dispositivo aumenta la movilidad al brindar un desplazamiento seguro e independiente a los sujetos. Mediante una exploración con el bastón se pueden identificar: desniveles, obstáculos, agujeros<sup>32</sup>, siendo así un previsor de alertas de peligro. Las personas con glaucoma quizás no entiendan todos los beneficios que este auxiliar le puede ofrecer, por eso es necesario proporcionarle situaciones reales en donde vea la utilidad del uso. Recalcar que el bastón no es una carga más (de existir rechazo) sino que en cambio proporciona información y protección en áreas desconocidas.

El bastón de movilidad en el glaucoma es muy beneficioso, además como el campo visual es tan reducido, en situaciones en donde hay poca iluminación será útil para detectar escalones o cualquier tipo de obstáculo anticipando su existencia<sup>32</sup>. Como se mencionó anteriormente en estudios se han demostrado que las personas con glaucoma tienen mal equilibrio, el bastón ayudaría a esta actividad además de mantener un desplazamiento coordinado en línea recta.

Para entrenar su uso hay que tener presente que cada bastón es a medida de su usuario, tomando en cuenta el tamaño de la persona y características visuales. Dentro de las técnicas que existen para su uso son: técnica diagonal (generalmente usada en interiores conocidos) técnica de dos puntos en donde el bastón está en la línea media del cuerpo, con la punta en el suelo y mueve de un lado a otro, un poco más que la anchura de sus hombros<sup>32</sup>.

4.6.2. Perros guía: los perros guía ayudan al desplazamiento al detectar obstáculos, escalones y el cruce de calles<sup>32</sup>, por mencionar

algunas.

Aunque su uso tiene un estereotipo el cual es que solo lo usan los ciegos, los glaucomatosos se pueden ver muy beneficiados en la movilidad<sup>32</sup>. Las razas de perros que se usan generalmente son el Labrador Retriever, Golden Retriever, ya que son razas de maduración temprana, inteligentes y de aprendizaje rápido<sup>32</sup>.

## Discusión

En esta investigación de búsqueda bibliográfica sobre la rehabilitación visual en glaucoma, se describieron las ayudas que se pueden utilizar para dicha patología.

Antes de prescribir cualquier ayuda, es importante una evaluación funcional. En ella se tiene el primer contacto con el rehabilitando, definen objetivos y se evalúa la visión residual del paciente.

Actualmente la neuroprotección, es una técnica que se basa en proteger las células de la retina. Varios investigadores han trabajado en este tema, siendo uno de ellos Gu et al. Dicha investigación fue realizada en ratas, demostrando que el uso de fotocoagulación con láser, reduce la pérdida de células ganglionares<sup>37</sup>. No obstante, el uso del fármaco llamado Memantina, demuestra un efecto protector sobre el nervio óptico, este estudio fue realizado en un modelo de rata de hipertensión ocular crónica por WoldeMussie et al<sup>38</sup>. Existen otras estrategias utilizadas para estudiar cómo conseguir el efecto neuroprotector sobre las células ganglionares de la retina. Jian et al. realizaron un estudio con un método distinto a los investigadores antes mencionados. El método utilizado fue una inyección de microesferas biodegradables cargadas de factor neurotrófico de células gliales demostrando una supervivencia de las células ganglionares en los animales tratados. Otra línea de investigación para tratar patologías del nervio óptico como el glaucoma, es el uso de células madres. Actualmente se encuentra un gran estudio en marcha, realizado en Estados Unidos, en el que usan células madres derivadas de la médula ósea, que tiene como fecha de culminación 2019<sup>44</sup>, pero actualmente no se tienen datos del mismo. No se logró encontrar otros estudios de este tema, enfocados en patologías como el glaucoma. Hoy en día se encuentra en marcha el desarrollo de un implante cortical llamado Orión I<sup>49</sup>, el cual ha sido aprobado por la FDA a inicios del año 2018 para ser implantado en humanos, de manera que, no se cuenta con resultados o estudios sobre esta nueva tecnología, todo apunta a que será un diseño de ayuda universal para múltiples patologías, entre ellas, el glaucoma.

Las ayudas ópticas utilizadas en glaucoma van a depender del nivel de pérdida de campo visual del paciente, estilo de vida y objetivos del propio rehabilitando. Las lupas con luz es una de las ayudas que prefiere el paciente con glaucoma<sup>54</sup>. Glen et al. concluyeron que aunque algunos pacientes no refieren disminución de la agudeza visual, pero que otra gran parte de estos pacientes refieren dificultad para lectura y reconocimiento facial<sup>55</sup>. También el microscopio es una ayuda que se puede utilizar, tanto monocular como biocular<sup>32</sup>, aunque su desventaja es que la distancia de trabajo es muy corta produciendo fatiga. Por su parte, el telemicroscopio brinda una mayor distancia de trabajo en

comparación con el microscopio, pero la desventaja en este caso es que el campo visual se encuentra más reducido, lo que no ayuda a estos pacientes.

Otra ayuda que es utilizada en las personas con glaucoma que tienen un campo visual altamente reducido, es el circuito cerrado de televisión, ya que cuenta con un campo visual amplio<sup>50</sup>. Además, tiene la opción de aumentar el tamaño de pantalla, ajustar brillo y contraste resultado beneficioso para los pacientes de glaucoma que no se adaptan a otras ayudas o que realizan lecturas prolongadas<sup>56</sup>. Khan et al. demostró que la prescripción de telescopio mejora la agudeza visual con su uso<sup>58</sup>. En el glaucoma se usa el telescopio invertido ya que de esta manera aumenta el campo visual. Otra opción para corregir el defecto del campo visual periférico son los prismas de Fresnel. Estos prismas se colocan alrededor del campo visual llevando las imágenes de la periferia al campo visual más central, logrando localizar objetos en esta ubicación, el uso de esta ayuda requiere entrenamiento<sup>61</sup>. Como ya se ha mencionado anteriormente los glaucomatosos padecen de deslumbramiento y problemas de adaptación a los cambios de luz y oscuridad. Nelson et al. coincide con esta literatura, demostrando en su estudio, que la mala adaptación a la luz y oscuridad incapacitan en tareas que requieren vision periféricas<sup>63</sup>, dejando claro la necesidad de los filtro ópticos, lo cuales minimizan o eliminan por completo el deslumbramiento. En glaucoma se utilizan con frecuencia los llamados filtros de Corning en colores naranja-marrón<sup>32</sup>. Existen ayudas no ópticas las cuales benefician la ergonomía, como el atril o mejora la iluminación, como los flexos de luz que ayudan a cubrir la necesidad que tiene los pacientes de glaucoma de niveles de luz alto sin deslumbrar, además de direccionar el haz de luz<sup>56</sup>.

Las personas con glaucoma bilateral, como es de esperarse, el impacto sobre el desplazamiento es negativo. Friedman et al. concluyeron en su estudio que este tipo de pacientes tienen una movilidad reducida, caminan lentamente y tienen más golpes<sup>65</sup> todo esto demuestra la necesidad de ayudas adaptativas como el bastón blanco, el cual brinda un desplazamiento independiente y autónomo a los rehabilitandos, identificando desniveles, obstáculos y en situaciones de poca iluminación es más útil aun; además de brindar equilibrio para caminar evitando golpes y caídas. Por su parte los perros guía también ayudan a la movilidad, detectan obstáculos y ayuda al cruce de calles<sup>32</sup>. Lo negativo es el estereotipo de que estas ayudas lo usan solo los ciegos, creando más barreras psicológicas a los rehabilitandos.

No todas las personas que padecen glaucomas llegan al servicio de rehabilitación visual, ya sea porque el control de la patología es eficaz, por falta de derivación al programa o por no tener acceso a este servicio. Por consiguiente, no se encuentra literatura o estudios científicos que relacionen la mayoría de las ayudas con esta patología o estudios que demuestren la eficacia del uso de ellas. Siendo esto la limitación principal de esta búsqueda bibliográfica.

## Conclusión

- La revisión bibliográfica mostró las diferentes estrategias que se usan actualmente en el servicio de rehabilitación visual, enfocado en el glaucoma. Se identificó la importancia de tener los conocimientos necesarios para brindarle al rehabilitando todo lo disponible para el mejor aprovechamiento de la visión residual con la que cuenta.
- Se analizó cada ayuda posible para el caso del glaucoma basándose en estudios científicos contrastando los resultados.
- Se logró determinar la efectividad de las distintas ayudas ópticas, no ópticas y adaptativas sobre la rehabilitación visual en glaucoma, se concluyó los beneficios que estos ofrecen en los pacientes, la seguridad que les brinda y la autonomía que su uso supone.

## Bibliografía

1. Kanski, Jack. Oftalmología clínica. Editorial Mosby.4° edición. 430 pagina
2. Jost B Jonas, Tin Aung, Rupert R Bourne, Alain M Bron, Robert Ritch, Songhomitra Panda-Jonas, Glaucoma, *The Lancet*, Volume 390, Issue 10108, 2017, Pages 2183-2193
3. Optimetría Clínica 2. Edición 2012. Fundación Universitaria del Área Andina. Bogotá Colombia.
4. Rojas, J. S., & Saucedo, C. A. (2014). Oftalmología
5. Charles William McMonnies, Intraocular pressure and glaucoma: Is physical exercise beneficial or a risk *Journal of Optometry*, Volume 9, Issue 3, 2016, Pages 139-147,ISSN 1888-4296,
6. S.K. Gardiner, B. Fortune, L. Wang, J.C. Downs, C.F. Burgoyne Intraocular pressure magnitude and variability as predictors or rates of structural change in non-human primate experimental glaucoma *Exp Eye Res*, 103 (2012), pp. 1-8
7. M. Detry-Morel Currents on target intraocular pressure and intraocular pressure fluctuations in glaucoma management. *Bull Soc Belge Ophtalmol*, 308 (2008), pp. 35-43
8. Sommer,A. Improving our understanding between pressure and glaucoma, *highlights of ophthalmol.*, Vol. XVIII N°.10, 1990, p.1,7,8,19.
9. J. Paz-Moreno, E. Arranz Márquez, M.A. Teus Guezala Glaucoma. *Medicine*, 6158-66.
10. Nota descriptiva (2017). Ceguera y discapacidad visual. Organización visual de la salud. <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>
11. Artículo OMS/OPS (2014). Países de las américas buscarán reducir la ceguera y la deficiencia visual. Washington DC: OMS. [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10049%3A2014-health-officials-seek-to-reduce-blindness-and-visual-impairment-in-the-americas&catid=740%3Apress-releases&Itemid=1926&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10049%3A2014-health-officials-seek-to-reduce-blindness-and-visual-impairment-in-the-americas&catid=740%3Apress-releases&Itemid=1926&lang=es)

12. López M.; Brea I.; Yee R.; Yi R.; Carles IV V.; Brocell A; Limburg H; Juan Silva C. Encuesta de ceguera y deficiencia visual evitable en Panamá. *Revista panamericana de salud pública*. 36(6), 2014, 355-360
13. Quigley HA, Broman AT. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *Br J Ophthalmol*. Mar 2006; (3): 262-267.
14. Lin, C. -, Hu, C. -, Ho, J. -, Chiu, H. -, & Lin, H. -. (2013). Obstructive sleep apnea and increased risk of glaucoma: A population-based matched-cohort study. *Ophthalmology*, 120(8), 1559-1564.
15. Hampton, J. R., Harrison, M. J. G., Mitchell, J. R. A., Prichard, J. S., & Seymour, C. (1975). Relative contributions of history-taking, physical examination, and laboratory investigation to diagnosis and management of medical outpatients. *British Medical Journal*, 2(5969), 486-489
16. Rudnicka, A. R., Mt.-Isa, S., Owen, C. G., Cook, D. G., & Ashby, D. (2006). Variations in primary open-angle glaucoma prevalence by age, gender, and race: A bayesian meta-analysis. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 47(10), 4254-4261
17. Vajaranant, T. S., Nayak, S., Wilensky, J. T., & Joslin, C. E. (2010). Gender and glaucoma: What we know and what we need to know. *Current Opinion in Ophthalmology*, 21(2), 91-99
18. Racette, L., Wilson, M. R., Zangwill, L. M., Weinreb, R. N., & Sample, P. A. (2003). Primary open-angle glaucoma in blacks: A review. *Survey of Ophthalmology*, 48(3), 295-313
19. Cho, H. -, & Kee, C. (2014). Population-based glaucoma prevalence studies in asians. *Survey of Ophthalmology*, 59(4), 434-447
20. Xu, L., Li, J. J., Xia, C. R., Wang, Y. X., & Jonas, J. B. (2008). Anterior chamber depth correlated with anthropomorphic measurements: The beijing eye study. *Eye*, 145, 929-93
21. Topouzis, F., Coleman, A. L., Harris, A., Jonescu-Cuypers, C., Yu, F., Mavroudis, L., Wilson, M. R. (2006). Association of blood pressure status with the optic disk structure in non-glaucoma subjects: The thessaloniki eye study. *American Journal of Ophthalmology*, 142(1), 60-67
22. Bonomi, L., Marchini, G., Marraffa, M., Bernardi, P., Morbio, R., & Varotto, A. (2000). Vascular risk factors for primary open angle glaucoma: The egna-neumarkt study. *Ophthalmology*, 107(7), 1287-1293

23. Narayanaswamy, A., Neog, A., Baskaran, M., George, R., Lingam, V., Desai, C., & Rajadhyaksha, V. (2007). A randomized, crossover, open label pilot study to evaluate the efficacy and safety of xalatan® in comparison with generic latanoprost (latanoprost) in subjects with primary open angle glaucoma or ocular hypertension. *Indian Journal of Ophthalmology*, 55(2), 127-131.
24. Gatton, D. D., Sagara, T., Lindsey, J. D., Gabelt, B. T., Kaufman, P. L., & Weinreb, R. N. (2001). Increased matrix metalloproteinases 1, 2, and 3 in the monkey uveoscleral outflow pathway after topical prostaglandin F2 $\alpha$ -isopropyl ester treatment. *Archives of Ophthalmology*, 119(8), 1165-1170.
25. Samples, J. R., Singh, K., Lin, S. C., Francis, B. A., Hodapp, E., Jampel, H. D., & Smith, S. D. (2011). Laser trabeculoplasty for open-angle glaucoma: A report by the american academy of ophthalmology. *Ophthalmology*, 118(11), 2296-2302.
26. Razaeghinejad, M. R., Fudenberg, S. J., & Spaeth, G. L. (2012). The changing conceptual basis of trabeculectomy: A review of past and current surgical techniques. *Survey of Ophthalmology*, 57(1), 1-25
27. Christakis, P. G., Tsai, J. C., Kalenak, J. W., Zurakowski, D., Cantor, L. B., Kammer, J. A., & Ahmed, I. I. K. (2013). The ahmed versus baerveldt study: Three-year treatment outcomes. *Ophthalmology*, 120(11), 2232-224
28. Thylefors B, Negrel AD. The global impact of glaucoma. *Bull World Health Organ* 1994;72:323-6.
29. Abe R., Diniz-Filho A., Costa V, Wu Z., Medeiros F., Predicting Vision-Related Disability in Glaucoma, *Ophthalmology*, Volume 125, Issue 1, 2018, Pages 22-30, ISSN 0161-642
30. Medeiros FA, Gracitelli CP, Boer ER, et al. Longitudinal changes in quality of life and rates of progressive visual field loss in glaucoma patients. *Ophthalmology*. 2015;122:293-301
31. Ramrattan RS, Wolfs RC, Panda-Jonas S, et al. Prevalence and causes of visual field loss in the elderly and associations with impairment in daily functioning: the Rotterdam Study. *Arch Ophthalmol* 2001;119:1788 – 1794.
32. Coco R.M, Medina J., De Lázaro J.A, Cuadrado R. Manual de baja visión y rehabilitación visual. Panamericana 2015.



33. Lam N, Leat SJ. Barriers to accessing low-vision care: the patient's perspective. *Can J Ophthalmol* 2013;48:458-462
34. Boyd Benjamin, Luntz Maurice, Boyd Samuel Últimas innovaciones en glaucoma -etiología, diagnóstico y tratamiento- 1era Ed. 2002
35. Baltmr A., Duggan J., Nizari S., Salt T., Cordeiro M., Neuroprotection in glaucoma – Is there a future role?, *Experimental Eye Research*, Volume 91, Issue 5, 2010, Pages 554-566
36. Levin L., Crowe M., Quigley H., Neuroprotection for glaucoma: Requirements for clinical translation, *Experimental Eye Research*, Volume 157, 2017, Pages 34-37, ISSN 0014-4835,
37. Hare C. , Mussie E, R. Lai, H. Ton, G. Ruiz, B. Feldmann, M. Wijono, T. Chun, L. Wheeler Efficacy and safety of memantine, an NMDA-type open-channel blocker, for reduction of retinal injury associated with experimental glaucoma in rat and monkey *Surv. Ophthalmol.*, 45 (3) (2001), pp. S295-S29
38. E. WoldeMussie, E. Yoles, M. Schwartz, G. Ruiz, L.A. Wheeler Neuroprotective effect of memantine in different retinal injury models in rats *J. Glaucoma*, 11 (2002), pp. 474-480
39. Jiang, C., Moore, M. J., Zhang, X., Klassen, H., Langer, R., & Young, M. (2007). Intravitreal injections of GDNF-loaded biodegradable microspheres are neuroprotective in a rat model of glaucoma. *Molecular Vision*, 13, 1783-1792
40. Ushasree Pattamatta, Zachary McPherson, Andrew White, A mouse retinal explant model for use in studying neuroprotection in glaucoma, *Experimental Eye Research*, Volume 151, 2016, Pages 38-44,
41. Meyer, J. S., Katz, M. L., Maruniak, J. A., & Kirk, M. D. (2006). Embryonic stem cell-derived neural progenitors incorporate into degenerating retina and enhance survival of host photoreceptors. *Stem Cells*, 24(2), 274-283
42. Yi Sun, Alice Williams, Michael Waisbourd, Lorraine Iacovitti, L. Jay Katz, Stem cell therapy for glaucoma: Science or snake oil?, *Survey of Ophthalmology*, Volume 60, Issue 2, 2015, Pages 93-105,
43. Stem Cell Ophthalmology Treatment Study. Recuperado el 10 de junio 2018 de

<http://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT01920867?term¼stempcellsþglaucoma&rank¼1>

44. Close D, McCreery, V, Píkov, P.R. Trovok Neuronal loss due to prolonged controlled-current stimulation with chronically implanted microelectrodes in the cat cerebral cortex *Journal of Neural Engineering*, 7 (3) (2010), p. 036005
45. Rodrigo A. Brant Fernandes, Bruno Diniz, Ramiro Ribeiro, Mark Humayun, Artificial vision through neuronal stimulation, *Neuroscience Letters*, Volume 519, Issue 2, 2012, Pages 122-128
46. Franco Jaime (2017). Infotecnovisión. Barcelona, España <https://www.infotecnovision.com/orion-i-nuevo-sistema-de-vision-artificial-con-el-que-second-sight-da-sus-primeros-pasos-en-la-estimulacion-visual-cortical/>
47. Business wire (2018) <https://www.businesswire.com/news/home/20180514005409/en/Sight-Medical-Products-Present-19th-Annual-B>.
48. Elizabeth Ivtushok. (2017) N+1 <https://nmas1.org/news/2017/09/21/chip-ojo>
49. Optics (2018) <http://optics.org/news/9/2/5>
50. Shaarawy T., Sherwood M., Hitchings R., Crowston J. Glaucoma 2da edición Vol.2 Páginas 1416 Saunders Ltd
51. Robinson S. Advanced glaucoma and low vision: evaluation and treatment. In: Schacknow PN, Samples JR, editors. The Glaucoma Book: A Practical, Evidence-Based Approach to Patient Care. New York, NY: Springer; 2010. pp. 351–353.
52. Sánchez A.V. , Vázquez M, Visual rehabilitation in low vision, Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología (English Edition), Volume 88, Issue 3, 2013, Pages 123-124
53. Khanna, A., & Ichhpujani, P. (2012). Low Vision Aids in Glaucoma. *Journal of Current Glaucoma Practice*, 6(1), 20–24
54. Hanson K., Low vision rehabilitation: strategies for assisting patients who have lost vision to glaucoma. *Glaucoma today* Nov:2009, 29-33

55. Glen, F. C., & Crabb, D. P. (2015). Living with glaucoma: a qualitative study of functional implications and patients' coping behaviours. *BMC Ophthalmology*, 15, 128.
56. Vila, J.M., et col. (1994), Apuntes sobre rehabilitación visual, ONCE, Madrid
57. Díaz Guzmán, E., Rodríguez Masó, S., Rodríguez Rodríguez, M., LLorca Armas, M., Concepción Pacheco, J., & Rojas Rondón, I. (2017). Sustentos teóricos acerca de los problemas clínicos de la baja visión y la rehabilitación visual. *Revista Cubana De Oftalmología*, 30(2)
58. Khan SA. A retrospective study of low-vision cases in an Indian tertiary eye-care hospital. *Indian J Ophthalmol*. 2000 Sep;48(3):201–207.
59. Río Torres M. Criterios y tendencias actuales. En: Baja visión. Capítulo 59. Actualización del tratamiento en el paciente con baja visión. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2009. p. 735-50
60. Schmiedecke S, Jose R, Prism therapy in low vision rehabilitation, International Congress Series, Volume 1282, 2005, Pages 709-713
61. Jose, R. T., & Smith, A. J. (1976). Increasing peripheral field awareness with fresnel prisms. *Opt J Rev Optom*, 113(12), 33-37
62. Hoshino M, Mizokami K. Glare disability in chronic glaucoma. *Jpn J Clin Ophthalmol*. 1990;44:145–147
63. Nelson P1, Aspinall P, Papasouliotis O, Worton B, O'Brien C. Quality of life in glaucoma and its relationship with visual function. *J Glaucoma*. 2003 Apr;12(2):139-50.
64. Maino, J. H. & McMahon, T. T. NOLRs and low vision. *J. Am. Optom. Assoc.* 57, 532–535 (1986).
65. Friedman DS1, Freeman E, Munoz B, Jampel HD, West SK. Glaucoma and mobility performance: the Salisbury Eye Evaluation Projec *Ophthalmology*. 2007 Dec;114(12):2232-7. Epub 2007 Nov 5.
66. De Alencar H., De Souza B., Ferreira R., Cavalcanti S., Cronemberger S., De Alencar R., Kirkwiid R. Gait parameters, functional mobility and fall risk in individuals with early to moderate primary open angle glaucoma: a cross-sectional study, *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 2018,

67. Lord, S. R., Clark, R. D., & Webster, I. W. (1991). Visual acuity and contrast sensitivity in relation to falls in an elderly population. *Age and Ageing*, 20(3), 175-181
68. Crossland, M. D. (2004). The role of contrast sensitivity measurement in patients with low vision. *Optom Pract*, 5, 105-114
69. Turano, K. A., Rubin, G. S., & Quigley, H. A. (1999). Mobility performance in glaucoma. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 40(12), 2803-280

## Anexo 1


**FILTRO 450**



**DIAGNÓSTICO**  
 Atrofia de nervio óptico  
 Cataratas  
 Degeneración macular asociada a la edad  
 Glaucoma

**Corte en nm: 450**  
 Protección 100% radiaciones UVB y UVA

**FILTRO 527**



**DIAGNÓSTICO**  
 Cataratas  
 Glaucoma  
 Retinopatía diabética  
 Retinosis pigmentaria

**Corte en nm: 527**  
 Protección 100% radiaciones UVB y UVA

**FILTRO 400**



**DIAGNÓSTICO**  
 Atrofia de nervio óptico  
 Cataratas  
 Degeneración macular asociada a la edad  
 Glaucoma

**Corte en nm: 400**  
 Protección 100% radiaciones UVB y UVA

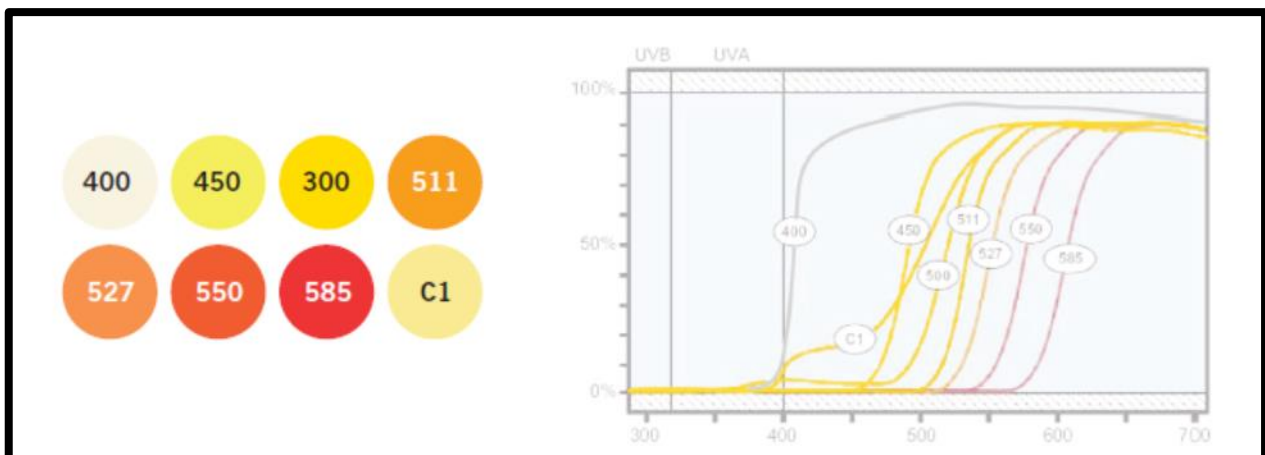
**FILTRO 511**



**DIAGNÓSTICO**  
 Atrofia de nervio óptico  
 Cataratas  
 Degeneración macular asociada a la edad  
 Glaucoma  
 Retinosis pigmentaria

**Corte en nm: 511**  
 Protección 100% radiaciones UVB y UVA

Filtros utilizados en glaucoma dentro de la gama naranja-amarillo, los cuales filtran la longitud de onda corta, o sea la gama del color azul, ya que estas producen mayor deslumbramiento



Curvas de transmisión espectral de diferentes filtros de absorción selectiva, medidos por espectrofotometría.