

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA DE MEDICINA Y CIRUGIA

*Tesis para optar por el grado académico de Licenciatura de
Medicina y Cirugía*

**EFFECTIVIDAD DEL TRATAMIENTO MÉDICO VS EL
TRATAMIENTO QUIRÚRGICO EN EL MANEJO DEL
GLAUCOMA DE ÁNGULO ABIERTO EN ADULTOS:
REVISIÓN SISTEMÁTICA EN PAÍSES EUROPEOS Y
EE. UU. (2016-2025)**

ALESANDRO SEGURA VARGAS

TUTOR: DRA KAREN JARA ZUÑIGA

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS	6
DEDICATORIA.....	7
AGRADECIMIENTO.....	8
RESUMEN.....	9
ABSTRACT	10
CAPITULO I: El PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1.1 Antecedentes del problema	13
1.1.2 Delimitación del problema	16
1.1.3 Justificación.....	16
1.2 REDACCIÓN DEL PROBLEMA CENTRAL: PREGUNTA DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.3.1. Objetivo general	18
1.3.2. Objetivos específicos.....	18
1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES	18
1.4.1. Alcances de la investigación	18
1.4.2. Limitaciones de la investigación	19
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	21
2.1 CONTEXTO TEÓRICO-CONCEPTUAL	22
2.1.1 Anatomía ocular	22
2.1.2 Glaucoma.....	24
2.1.3 Tratamiento médico.....	32

2.1.4 Tratamiento quirúrgico.....	35
-----------------------------------	----

2.1.4.4. Trabeculoplastia con láser de diodo de micro pulso	37
---	----

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO **43**

3.1 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN **44**

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN **44**

3.3 UNIDADES DE ANÁLISIS U OBJETOS DE ESTUDIO **45**

3.3.1 Área de estudio:.....	45
-----------------------------	----

3.3.2 Fuentes de información	46
------------------------------------	----

3.3.3 Población.....	46
----------------------	----

3.3.4 Muestra.....	46
--------------------	----

3.3.5 Criterios de inclusión y exclusión	47
--	----

3.4 INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN..... **48**

3.4.1 Validez y confiabilidad de los artículos seleccionados	49
--	----

3.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN **50**

3.6 PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS **50**

3.7 ORGANIZACIÓN DE LOS DATOS **51**

3.7.1 Selección de estudios.....	51
----------------------------------	----

3.7.2 Extracción de los datos.....	52
------------------------------------	----

3.8 ANÁLISIS DE DATOS **52**

3.8.1 Lectura crítica.....	52
----------------------------	----

3.9 CONSIDERACIONES ÉTICAS **52**

CAPITULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS **54**

4.1. GENERALIDADES **55**

4.2 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS INCLUIDOS	55
4.3 LISTADO DE ESTUDIOS INCLUIDOS EN LA INVESTIGACIÓN Y SUS DESCRIPCIONES	57
4.3.1 A randomized clinical trial comparing three fixed combinations of bimatoprost with timolol inpatients with open-angle glaucoma or ocular hypertension	57
4.3.2 Mercury-3: A randomized comparison of netarsudil/latanoprost and bimatoprost/timolol in open-angle glaucoma and ocular hypertension	58
4.3.3 A randomized, controlled comparison of NCX 470c (0.021%, 0.042%, and 0.065%) and latanoprost 0.005% in patients with open-angle glaucoma or ocular hypertension: the dolomites study	60
4.3.4 Ab-externo microshunt vs trabeculectomy in primary open-angle glaucoma: 1-year results from a 2-year randomized, multicenter study	62
4.3.5 Ab-externo microshunt versus trabeculectomy in primary open-angle glaucoma; two-year results from a randomized, multicenter study.....	63
4.3.6 Phase 3, randomized study comparing intracameral bimatoprost implant 15 µg and selective laser trabeculectomy in patients with open-angle glaucoma or ocular hypertension	65
4.3.7 Direct selective laser trabeculoplasty in open angle glaucoma study design: a multicentre, randomised, controlled, investigator--masked trial (glaurious)	67
4.3.8 Efficacy of repeat selective laser trabeculoplasty in medication-naïve open-angle glaucoma and ocular hypertension during the light trial	68
<i>CAPITULO V: DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</i>	77
5.1 DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	78
5.2 Presión Intraocular	78
5.2.1 Tratamiento Médico	78
5.2.2 Tratamiento Quirúrgico	79
5.3 Efectos Secundarios	81
5.3.1 Tratamiento Médico	81
5.3.2 Tratamiento Quirúrgico	83

5.4 Comparación de efectividad del tratamiento médico con el tratamiento quirúrgico	85
<i>CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	89
6.1 CONCLUSIONES	90
6.2 RECOMENDACIONES	91
<i>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</i>	93
<i>GLOSARIO Y ABREVIATURAS</i>	105
<i>ANEXOS</i>	106
<i>DECLARACIÓN JURADA</i>	125
<i>CARTAS DE APROBACIÓN</i>	126

INDICE DE TABLAS

<i>TABLA 1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN</i>	<i>48</i>
<i>TABLA 2. RESULTADOS DE EFECTIVIDAD DE TRATAMIENTO QUIRÚRGICO EN ARTÍCULOS SELECCIONADOS.....</i>	<i>70</i>
<i>TABLA 3. RESULTADOS DE EFECTIVIDAD DE TRATAMIENTO MÉDICO EN ARTÍCULOS SELECCIONADOS</i>	<i>74</i>

DEDICATORIA

A mi familia, mi mayor apoyo y fuente inagotable de inspiración.

A mis padres, por su amor incondicional, por cada sacrificio y por enseñarme con su ejemplo el verdadero significado del esfuerzo y la perseverancia. Gracias por ser mi refugio, mi motivación y por creer en mí en cada paso de este camino.

A mis abuelos, por su sabiduría, por su amor inmenso y por ser un pilar fundamental en mi vida. Sus consejos y enseñanzas me han guiado siempre.

A mis tíos, por su apoyo constante, por sus palabras de aliento y por estar ahí en cada momento importante. Su cariño y compañía han sido un regalo invaluable.

A toda mi familia, por compartir conmigo este sueño, por celebrar mis logros como propios y por darme la fuerza para seguir adelante.

Este triunfo es tanto mío como de ustedes.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que, de una u otra manera, han contribuido a la realización de esta tesis y a mi formación profesional.

A mis padres, Maryliz y Ricardo, por su amor incondicional, su apoyo constante y por brindarme las oportunidades necesarias para alcanzar esta meta. Su esfuerzo, sacrificio y motivación han sido fundamentales en cada paso de este camino.

A mis tíos, Kathia y Eric, por su respaldo, consejos y palabras de aliento. Su presencia ha sido un pilar importante en mi desarrollo personal y académico.

A mis abuelos, Gloria y Mario, por su apoyo incondicional, motivación, por haber sido una pieza clave de consejos y sabiduría durante tantos años y por haber sido siempre ejemplos de esfuerzo y superación antes las adversidades.

A mis profesores y tutores, quienes con su guía, conocimiento y dedicación han sido clave en mi formación, transmitiéndome no solo conocimientos, sino también valores esenciales para mi crecimiento profesional.

A mis amigos y compañeros de carrera, por su apoyo, amistad y por compartir juntos este desafío, convirtiéndolo en una experiencia enriquecedora y significativa.

A las instituciones y profesionales que facilitaron el acceso a la información y colaboraron en el desarrollo de esta investigación.

A todos aquellos que, de una u otra forma, han sido parte de este proceso, les extiendo mi más profundo agradecimiento.

RESUMEN

Introducción: El glaucoma de ángulo abierto es una neuropatía óptica crónica progresiva y una de las principales causas de ceguera irreversible en el mundo. Su manejo se centra fundamentalmente en reducir la presión intraocular (PIO) del paciente mediante diversas opciones terapéuticas para evitar el daño del nervio óptico.

Objetivo General: Determinar la efectividad del tratamiento médico y quirúrgico en el manejo del glaucoma de ángulo abierto en población adulta.

Metodología: Se realizó una revisión sistemática de enfoque mixto bajo los lineamientos PRISMA. La población de estudio correspondió a pacientes adultos con glaucoma de ángulo abierto. La recolección de datos se efectuó en las bases PubMed, Science Direct y Dialnet mediante descriptores MeSH y operadores booleanos, seleccionando ocho ensayos clínicos controlados aleatorizados (2020-2025) de Europa y Estados Unidos. Como instrumentos se emplearon matrices en Excel para la extracción de datos y la Ficha de Lectura Crítica 3.0 para asegurar la validez metodológica.

Resultados: La intervención quirúrgica, liderada por la trabeculectomía, logró las reducciones mayores de la PIO (hasta 10.4 mmHg). Dispositivos menos invasivos (MicroShunt) y las opciones láser (SLT) mostraron reducciones significativas (6.2 a 7.2 mmHg). Por su parte, el tratamiento médico mediante combinaciones fijas de nueva generación, como el Netarsudil/Latanoprost, alcanzó descensos de la PIO sumamente efectivos de hasta 9.5 mmHg.

Discusión: Existe una relación inversamente proporcional entre la potencia hipotensora y el perfil de seguridad del tratamiento. Mientras la cirugía incisional reduce drásticamente la PIO, presenta mayores complicaciones graves como la hipotonía severa. Por el contrario, la terapia

médica y el láser ofrecen una tolerabilidad muy superior, limitando sus efectos adversos a problemas locales leves y transitorios, como la hiperemia conjuntival o irritación.

Conclusiones: Ninguna estrategia terapéutica es absolutamente superior en todos los contextos; ambas actúan como modalidades complementarias. El tratamiento farmacológico ofrece el mejor balance de seguridad y tolerabilidad, consolidándose como la opción principal de inicio. El abordaje quirúrgico, al ser el más potente, debe reservarse para el fracaso de la terapia médica o cuando la severidad del daño exige metas de presión sumamente bajas.

Palabras Claves: Glaucoma de ángulo abierto, presión intraocular, efectividad, tratamiento médico, tratamiento quirúrgico.

ABSTRACT

Introduction: Open-angle glaucoma is a chronic progressive optic neuropathy and a leading cause of irreversible blindness worldwide. Its management primarily focuses on reducing intraocular pressure (IOP) through various therapeutic options to prevent optic nerve damage.

General Objective: To determine the effectiveness of medical and surgical treatment in the management of open-angle glaucoma in the adult population.

Methodology: A systematic review was conducted following PRISMA guidelines, with a mix approach. The study population consisted of adult patients with open-angle glaucoma. Data collection was performed in PubMed, Science Direct, and Dialnet databases using MeSH descriptors and Boolean operators, selecting eight randomized controlled clinical trials (2020-2025) from Europe and the United States. Excel matrices for data extraction and the Critical

Appraisal Skills Programme (CASP) checklist were used as instruments to ensure methodological validity.

Results: Surgical intervention, led by trabeculectomy, achieved the greatest IOP reductions (up to 10.4 mmHg). Less invasive devices (MicroShunt) and laser options (SLT) showed significant reductions (6.2 to 7.2 mmHg). Meanwhile, medical treatment using new-generation fixed combinations, such as Netarsudil/Latanoprost, achieved highly effective IOP decreases of up to 9.5 mmHg.

Discussion: There is an inversely proportional relationship between hypotensive power and the safety profile of the treatment. While incisional surgery drastically reduces IOP, it presents more severe complications such as strict hypotony. Conversely, medical and laser therapies offer vastly superior tolerability, limiting their adverse effects to mild and transient local problems, such as conjunctival hyperemia or irritation.

Conclusions: No single therapeutic strategy is absolutely superior in all contexts; both act as complementary modalities. Pharmacological treatment offers the best balance of safety and tolerability, establishing itself as the main initial option. The surgical approach, being the most potent, should be reserved for medical therapy failure or when the severity of the damage requires extremely low target pressures.

Keywords: Open-angle glaucoma, intraocular pressure, effectiveness, medical treatment, surgical treatment.

CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 Antecedentes del problema

El glaucoma es una de las principales causas de ceguera irreversible y de discapacidad visual en el mundo. Según la Organización Mundial de la Salud (2019) en su publicación "World Report on Vision" estima que el glaucoma afecta a 76 millones de personas a nivel mundial, y de éstas personas con discapacidad visual se estima que 6.9 millones podrían haberse prevenido o aún no han sido abordadas.

La publicación destaca la importancia de abordar el glaucoma con estrategias integrales que incluyan tratamientos médicos y quirúrgicos. A pesar de los avances, muchas personas en países de bajos y medios ingresos aún carecen de acceso a una atención oftalmológica adecuada, lo que nos aumenta la prevalencia y el impacto de esta enfermedad en la población adulta.

Larco A, et al., (2020) obtiene por medio de un estudio observacional, analítico y transversal "Factores asociados a la falta de adherencia de tratamiento en pacientes con glaucoma" que la accesibilidad a los medicamentos y el cumplimiento del horario de medicación son factores protectores. Mientras que interrumpir la medicación por sentirse bien, necesitar ayuda para aplicarse las gotas y no encontrar ayuda para aplicarlas son factores de riesgo para la falta de adherencia. La frecuencia de mala adherencia al tratamiento fue del 69,81%. Factores sociodemográficos como edad y sexo no muestran asociación significativa a la adherencia al tratamiento.

Schuster et al., en su estudio de revisión sistemática "The Diagnosis and Treatment of Glaucoma" publicado en 2020, destaca que los principales factores de riesgo para glaucoma son la edad avanzada, presión intraocular aumentada, alto grado de miopía y una historia familiar

positivo para glaucoma. También resalta que la relación entre enfermedad cardiovascular y glaucoma de ángulo abierto sigue estando en un debate continuo.

La investigación “Causes of blindness and vision impairment in 2020 and trends over 30 years, and prevalence of avoidable blindness in relation to VISION 2020: the Right to Sight: an analysis for the Global Burden of Disease Study”, realizada mediante revisión sistemática y metaanálisis de encuestas de personas con enfermedades oculares desde 1980 a 2018, nos da como hallazgo que existe un aumento en el número de casos de ceguera evitable (aumento de 10,8%) y de deterioro de la visión moderado y grave (31,5%). Siendo el glaucoma la segunda causa mundial de ceguera en personas mayores de 50 años.

Kang, J,M et al.,(2021) en la publicación “Glaucoma” indica que en base a encuestas realizadas a la población se estima que un 50% de pacientes con glaucoma desconocen su diagnóstico, esto debido a la lenta progresión que suele tener el glaucoma los pacientes suelen ser asintomáticos hasta que se llegan a estadios severos.

Arzuaga Hernández et al. (2021) en su revisión sistemática “Novedades del glaucoma en tiempos de COVID-19” indica que existe evidencia respaldando que la SLT debe ser considerada para tratamiento de primera línea| en glaucoma de ángulo abierto e hipertensión ocular. Indicando que en un estudio la SLT logra mantener la PIO objetivo mejor que el tratamiento tópico. También presenta una muy baja presencia de picos de la PIO, solamente 0,1%.

Para la detección del glaucoma necesitamos poder medir PIO, esto lo hacemos mediante pruebas de tonometría. La “European Glaucoma Society Terminology and Guidelines for Glaucoma, 5th Edition”, publicada en el British Journal of Ophthalmology en el 2021, nos indica que el

instrumento más utilizado y considerado como el estándar de oro es la Tonometría de Aplanamiento de Goldman (GAT). También se mencionan alternativas al GAT como lo son el tono-pen, tonómetro de contorno dinámico de Pascal (DCT), el tonómetro sin contacto (NCT), entre otros.

Por mucho tiempo, el tratamiento de primera línea para el glaucoma ha sido el uso de medicamentos intraoculares para disminuir la presión ocular. En el estudio realizado por Wagner, I.V. et al. (2022), titulado “Updates on the Diagnosis and Management of Glaucoma”, se destaca la significativa evolución farmacológica en los últimos años en el manejo del glaucoma. La introducción de inhibidores tópicos de la anhidrasa carbónica, bloqueadores beta, análogos de prostaglandinas y alfa agonistas ha mejorado la eficacia y seguridad del tratamiento, superando a los antiguos tratamientos tópicos como la pilocarpina y los inhibidores de la anhidrasa carbónica orales.

La eficacia en la disminución de la PIO va a variar con cada uno de los diferentes tratamientos médicos. Chuck et al., (2020) en la publicación “Comprehensive adult medical eye evaluation: Preferred practice pattern” indica que los análogos de prostaglandinas son las gotas intraoculares más usadas debido a que son bien toleradas, por su fácil uso y son las que presentan mayor eficacia en la disminución de la PIO, con un 25-33% de reducción.

El tratamiento del glaucoma ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, con avances notables en terapias médicas y quirúrgicas que han mejorado la gestión de ésta enfermedad. Sin embargo, aún persisten desafíos en cuanto la accesibilidad y adherencia al tratamiento, así como en la detección precoz y en el manejo efectivo, especialmente en regiones con recursos limitados.

Este contexto destaca la necesidad urgente de investigaciones exhaustivas y revisiones sistemáticas, como la que se presenta en este estudio. Sólo a través de una adecuada integración de datos basados en evidencia se podrán establecer guías clínicas sólidas que optimicen el manejo del glaucoma crónico de ángulo abierto, mejorando así la calidad de vida de los pacientes y contribuyendo a la sostenibilidad de los sistemas de salud.

1.1.2 Delimitación del problema

La delimitación del problema de la investigación “Efectividad del tratamiento médico vs el tratamiento quirúrgico en el manejo del glaucoma de ángulo abierto en adultos, revisión sistémica en países europeos y EE. UU. (2016-2025)” incluye aspectos clave. La muestra estará compuesta por adultos mayores de 18 años, de ambos géneros, sin importar etnia o estado socioeconómico. Abarcando publicaciones científicas disponibles desde el año 2016 hasta el año 2025 y que se llevaran a cabo en países de Europa o en Estados Unidos De America. Dicha revisión sistemática es llevada a cabo en San José, Costa Rica en el año 2026.

1.1.3 Justificación

La investigación sobre la efectividad de tratamientos médicos y quirúrgicos para el glaucoma de ángulo abierto tiene el potencial de estandarizar los protocolos de manejo a nivel internacional. Esto contribuye a mejorar la calidad de la atención y reducir la variabilidad en el tratamiento de esta enfermedad.

Actualmente, las diferencias en los enfoques terapéuticos debido a la falta de consenso y evidencia sólida conducen a resultados dispares. Proporcionar datos basados en evidencia robusta puede facilitar la creación de directrices unificadas que optimicen el manejo del glaucoma de ángulo abierto en diversos contextos. Esto no solo mejora la efectividad del

tratamiento a nivel global, sino que también contribuye a reducir la tasa mundial de ceguera, al garantizar que los pacientes reciban las intervenciones más adecuadas y eficaces, minimizando así la progresión de la enfermedad y sus consecuencias debilitantes.

Optimizar el manejo del glaucoma crónico mediante la identificación de la intervención más efectiva puede tener un impacto profundo en la eficiencia y sostenibilidad del sistema de salud en Costa Rica. Al reducir la carga de esta enfermedad, se disminuyen significativamente los costos asociados con tratamientos a largo plazo y la gestión de complicaciones derivadas de tratamientos inadecuados. Esto libera recursos valiosos que pueden ser reorientados hacia otras necesidades críticas del sistema de salud, mejorando la capacidad de respuesta a otros desafíos sanitarios y fortaleciendo la eficiencia operativa.

La implementación de tratamientos eficaces también reduce la prevalencia de la ceguera, mejorando la calidad de vida de los pacientes y contribuyendo a la sostenibilidad económica y social del país. Este estudio es crucial para la medicina porque proporciona una base de datos robusta que puede ser utilizada para desarrollar y actualizar directrices clínicas específicas para el manejo del glaucoma crónico. La medicina basada en evidencia es el pilar fundamental para garantizar tratamientos efectivos y seguros.

Al comparar la efectividad de tratamientos médicos y quirúrgicos, esta investigación permite a los profesionales de la salud tomar decisiones informadas y basadas en datos, lo que mejora significativamente la calidad de la atención al paciente. Además, al identificar las mejores prácticas y enfoques terapéuticos, este estudio impulsa la estandarización del manejo del glaucoma crónico, tratando de asegurar que los pacientes reciban el tratamiento más adecuado y eficiente, promueve la adopción de prácticas médicas basadas en evidencia.

1.2 REDACCIÓN DEL PROBLEMA CENTRAL: PREGUNTA DE LA INVESTIGACIÓN

- ¿Cuál es la efectividad comparativa del tratamiento médico y quirúrgico en el manejo del glaucoma de ángulo abierto en población adulta?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

- Determinar la efectividad del tratamiento médico y quirúrgico en el manejo del glaucoma de ángulo abierto.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar los cambios en la presión intraocular asociados con los tratamientos médicos y quirúrgicos en pacientes con glaucoma de ángulo abierto.
- Identificar los efectos secundarios relacionados tanto con los tratamientos médicos como los tratamientos quirúrgicos en pacientes con glaucoma de ángulo abierto.
- Comparar la efectividad del tratamiento tanto médico como quirúrgico en pacientes con glaucoma de ángulo abierto.

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.4.1. Alcances de la investigación

Durante el desarrollo y análisis de la presente revisión sistemática, surgieron hallazgos inesperados y ciertamente llamativos, que no estaban previstos inicialmente en la formulación de los objetivos del estudio. Entre ellos, destacó el hallazgo de una marcada disparidad geográfica en las tasas de éxito quirúrgico realizadas con MicroShunt, las cuales resultaron ser

significativamente mayores en Europa que en los Estados Unidos, un 69% contra un 47% respectivamente. De manera imprevista, esta diferencia se atribuyó en la literatura a la mayor proporción de pacientes de raza negra en la cohorte estadounidense, un factor demográfico de riesgo anatómico y cicatricial que no se contemplaba originalmente para el análisis de la eficacia quirúrgica.

Asimismo, resultó un hallazgo sorprendente identificar la cancelación definitiva del desarrollo comercial del implante intracameral de bimatoprost en su dosis de 15 µg. Aunque inicialmente se incluyó en el estudio como una terapia innovadora y prometedora por su alta potencia hipotensora, el análisis reveló de forma inesperada que provocaba una grave e irreversible pérdida de células endoteliales corneales, un desenlace adverso crítico que no se anticipaba al inicio de la revisión.

1.4.2. Limitaciones de la investigación

A lo largo de la investigación se presentaron diversos imprevistos propios del objeto de estudio (la revisión de la literatura científica) que alteraron la planificación metodológica original del anteproyecto. Una de las principales limitaciones fue la restricción de acceso al texto completo de varios ensayos clínicos controlados aleatorizados recientes y altamente relevantes, los cuales se encontraban sujetos a pagos o en bases de datos con acceso cerrado, lo que obligó a excluirlos y redujo el tamaño de la muestra final.

También, la exclusión de estudios en idiomas diferentes al inglés puede haber limitado el acceso a investigaciones relevantes realizadas en las mismas regiones de estudio, pero con distinto idioma oficial, lo que introduce un sesgo idiomático en la revisión. Además, al centrarse

exclusivamente en población adulta, no se contempla que tan efectivas sean las intervenciones medicas o quirúrgicas en población menor de 18 años.

Además, se enfrentó la limitación de la heterogeneidad en los datos primarios de los artículos seleccionados. Se evidenció un porcentaje considerable de pérdida de pacientes (ya sea por abandono del estudio, retiro del consentimiento o pérdida de seguimiento) dentro de los propios ensayos clínicos analizados. Esto, sumado a la variabilidad en los plazos de seguimiento reportados por los diferentes autores (con estudios que concluían a los 6 meses, 1 año o 2 años), alteró la posibilidad de realizar una comparación de la efectividad y de la durabilidad de los efectos adversos de manera completamente estandarizada y a un mismo plazo estricto para todas las intervenciones médicas y quirúrgicas.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 CONTEXTO TEÓRICO-CONCEPTUAL

2.1.1 Anatomía ocular

De acuerdo con Jean et al., 2017, “Para poder entender correctamente el glaucoma, hay que comprender la anatomía del ojo y el funcionamiento del humor acuoso (HA). Este fluido tiene la función de nutrir y oxigenar las estructuras del globo ocular que no tienen aporte sanguíneo como la córnea y el cristalino. El HA es generado en la cámara posterior por el cuerpo ciliar a un caudal de $2,4 \pm 0,6 \mu\text{L}/\text{min}$ (mediciones diurnas en adultos de 20 a 83 años). Este fluido circula a través de la cámara anterior y posterior bordeando el iris; el HA atraviesa la malla trabecular (MT), la que está formada a su vez por 3 mallas independientes: la malla uveal, la malla corneoescleral y la yuxtacanalicular o malla cribiforme.”

Para poder profundizar en la organización estructural del globo ocular, es fundamental describir la compartimentación de este. Desde el punto de vista clínico y quirúrgico, el globo ocular se divide en dos secciones principales, el segmento anterior y segmento posterior, ambas separadas por el cristalino.

El segmento anterior comprende el espacio situado entre la cara interna de la córnea y la cara posterior del cristalino; este segmento se subdivide por la presencia del iris en dos cavidades comunicadas a través de la pupila: la cámara anterior y la cámara. La cámara anterior incluye la conjuntiva, esclerótica, córnea, iris y la pupila. Mientras que la cámara posterior incluye el cuerpo ciliar, cristalino, ligamento suspensorio del cristalino y el humor acuoso. (American Academy of Ophthalmology, 2020).

La cámara anterior representa la zona de mayor interés en el estudio del glaucoma de ángulo abierto. La cual se encuentra delimitada anteriormente por el endotelio corneal y posteriormente por la superficie anterior del iris y la porción central del cristalino que se expone a través de la pupila. En un ojo adulto promedio, su profundidad central es de aproximadamente 3 mm y contiene cerca de 0.25 mL de humor acuoso (Salmon, 2025). Mientras que la cámara posterior es un espacio anular estrecho detrás del iris y delante del cristalino y sus ligamentos suspensorios (zónula). En ésta cavidad es donde los procesos ciliares secretan el humor acuoso para que éste fluya hacia la cámara anterior a través de la pupila (Netter, 2019).

En el extremo periférico de la cámara anterior se encuentra el ángulo iridocorneal, estructura dónde convergen la córnea y el iris, además de ser la principal vía de salida del humor acuoso. En el glaucoma de ángulo abierto, la arquitectura macroscópica de este ángulo es normal y permite el acceso del fluido a las estructuras de drenaje. Sin embargo, se presenta una resistencia patológica al flujo en los componentes microscópicos del ángulo, que incluyen:

- Línea de Schwalbe: Marca el límite periférico de la membrana de Descemet.
- Malla Trabecular (MT): Como se mencionó anteriormente, se compone de las mallas uveal, corneoscleral y yuxtacanalicular. Esta última es la más próxima al canal de Schlemm y representa el punto de mayor resistencia al flujo del HA en condiciones patológicas (Stamper et al., 2024).
- Espolón Escleral: Una proyección de la esclera que sirve de anclaje para el músculo ciliar y las fibras de la malla trabecular.

- Canal de Schlemm: Una estructura venosa circular que recolecta el fluido filtrado por la MT para transportarlo a través de los canales colectores hacia el sistema venoso episcleral (Salmon, 2025).

Finalmente, el segmento posterior. incluye estructuras como la coroides, retina, mácula fovea y humor vítreo. Básicamente comprende la cavidad vítrea, situada detrás del cristalino y ocupada por el cuerpo vítreo, que es como un gel transparente que mantiene la forma del globo ocular y ejerce presión sobre la retina. Aunque el glaucoma afecta predominantemente la cabeza del nervio óptico situada en éste segmento, el origen de la enfermedad suele residir en las alteraciones de la presión generadas en las cavidades del segmento anterior (American Academy of Ophthalmology, 2020).

2.1.2 Glaucoma

2.1.2.1 Definición

Es una neuropatía óptica crónica progresiva bilateral asociada generalmente a un aumento de la presión intraocular (PIO), debida principalmente a la acumulación de líquido en el ojo producto de un sistema de drenaje bloqueado que produce un daño progresivo e irreversible del nervio óptico (caracterizado por una pérdida de células ganglionares y axones de la retina dentro del nervio óptico o neuropatía) y por consiguiente con un daño progresivo de la visión.

Dicho daño puede causar ceguera si no es tratada adecuadamente. Iniciando muchas veces con la afectación de la visión periférica, siendo de hecho una de las principales causas de ceguera en el mundo. Y se asocia más comúnmente a la población de adultos mayores. (Dietze, Blair, Zeppieri, & Havens, 2024)

Consideraciones histológicas de la retina y el nervio óptico

Histológicamente, la capa de células ganglionares (CGR) de la retina representa la vía final común de salida de la información visual. Estas neuronas multipolares se sitúan en la zona más interna de la neuro-retina (exceptuando la capa de fibras nerviosas y la membrana limitante interna). Sus cuerpos celulares reciben sinapsis de las células bipolares y amacrinas en la capa plexiforme interna, mientras que sus axones se agrupan para formar la capa de fibras nerviosas de la retina (CFNR). En condiciones de normalidad, estas células mantienen una densidad homeostática que varía según la topografía retiniana, siendo significativamente más alta en la región macular, donde pueden disponerse en múltiples estratos para garantizar la agudeza visual (Mescher, 2021).

El nervio óptico, por su parte, está constituido por aproximadamente 1.2 millones de axones provenientes de las CGR. Estos axones convergen en el disco óptico, donde atraviesan la lámina cribosa, una red de tejido conectivo y fibras elásticas que proporciona soporte estructural. En su trayecto intraocular, los axones carecen de mielina para permitir el paso de la luz, pero al cruzar la lámina cribosa, son mielinizados por oligodendrocitos y sostenidos por una red de astrocitos (American Academy of Ophthalmology, 2023). Esta arquitectura glial y conectiva es vital para el transporte axoplásmico y el metabolismo energético de la neurona; cualquier alteración en la microcirculación o un estrés mecánico en esta zona desencadena la apoptosis celular característica de la neuropatía glaucomatosa (Ross & Pawlina, 2020).

2.1.2.2. Clasificación

Existen glaucomas primarios o secundarios o en variantes de ángulo abierto o ángulo cerrado. De esta manera, en adultos podemos clasificarlo como glaucoma primario de ángulo abierto

(GPAA) y el glaucoma primario de ángulo cerrado (GPAC), y el glaucoma secundario ángulo abierto (GSAA) y el glaucoma secundario de ángulo cerrado (GSAC). El más común es el GPAA.

El glaucoma primario de ángulo abierto (GPAA)

El GPAA generalmente se manifiesta como un daño lento, no doloroso del nervio óptico asociado a un sistema ineficaz de drenaje del ojo. La resistencia al drenaje del humor acuoso comienza, comúnmente, en la pared interna del canal de Schlemm (red trabecular yuxtacanalicular). Esta dificultad en la salida del humor acuoso da como resultado un aumento progresivo de la PIO, dañando el campo visual y la capa de fibras nerviosas de las células ganglionares del nervio óptico. La PIO elevada también puede reducir el flujo sanguíneo a las fibras del nervio óptico, lo que resulta en un daño isquémico sutil, según estudios recientes. (Dietze, Blair, Zeppieri, & Havens, 2024).

El glaucoma de tensión baja o tensión normal

Se asemeja al GPAA en el ahuecamiento del disco óptico y en la pérdida del campo visual periférico. Se diferencia en que las lecturas de la PIO son normales (menos de 21 mmHg). La teoría sugiere que este tipo de glaucoma se asocia con pacientes con un nervio óptico muy sensible a la presión o que pueden experimentar cambios isquémicos intermitentes debido a la insuficiencia vascular o aterosclerosis. A menudo hace presencia una mayor prevalencia de coagulopatías, enfermedades autoinmunes o vasculares isquémicas, fenómeno de Raynaud y migrañas. (Dietze, Blair, Zeppieri, & Havens, 2024)

El glaucoma de ángulo cerrado

Su clasificación hace referencia a una anatomía ocular específica y puede manifestarse de forma aguda o crónica. En la forma aguda, cuando el sistema de drenaje del ojo se ha bloqueado debido al cierre del ángulo formado entre córnea e iris. Bloqueo que suele surgir por engrosamiento del cristalino debido a la edad que, al final, empuja el iris hacia adelante. Este iris desplazado, junto con un ángulo más pequeño que se observa en la hipermetropía o en ciertos grupos étnicos, predispone a un bloqueo más fácil del canal de salida. (Dietze, Blair, Zeppieri, & Havens, 2024)

El glaucoma secundario de ángulo abierto

Diferentes factores (lesiones o enfermedades oculares, cirugía ocular) pueden producir este tipo de glaucoma, los cuales pueden elevar la PIO, provocando daño al nervio óptico y efectos disfuncionales parecidos a los del GPAA. La cirugía láser también puede producir acumulación de células inflamatorias, deposición de desechos, deformación mecánica y liberación de pigmento, factores que pueden obstruir la malla trabecular, elevando eventualmente la PIO. (Dietze, Blair, Zeppieri, & Havens, 2024)

Glaucoma pseudoexfoliativo

El síndrome de pseudoexfoliación (PEX) es un tipo de glaucoma que se caracteriza por presencia de una especie de escamas en la cámara anterior del ojo, la cual puede obstruir la red trabecular. Este síndrome afecta la matriz extracelular en la forma de depósitos blancos en el margen de la pupila y la cápsula anterior del cristalino, en forma asimétrica o bilateral. Presenta riesgos adicionales durante la cirugía de cataratas, tales como diálisis zonular, pérdida del vítreo o rotura de bolsa capsular. (Dietze, Blair, Zeppieri, & Havens, 2024)

Glaucoma inducido por esteroides

Este tipo de glaucoma puede ocurrir en personas sometidas a terapia con cortisona debido a efectos de glucocorticoides que pueden regular positivamente receptores en las células dentro de la malla trabecular, lo que implica mayor resistencia del flujo de salida. Los esteroides pueden suprimir la actividad fagocítica, disminuyendo la eliminación de depósitos de desechos de la malla y estimulando la expresión de proteínas de la matriz extracelular. (Dietze, Blair, Zeppieri, & Havens, 2024)

2.1.2.3. Epidemiología

La causa múltiple del glaucoma hace referencia a factores vasculares, genéticos, anatómicos e inmunológicos. Es la segunda causa de ceguera irreversible después de las cataratas. Afecta en la actualidad a alrededor de 60 millones de personas en el mundo. Para el 2040, se espera supere los 110 millones. GPAA es el más prevalente y afecta aproximadamente del 2 % al 4 % de las personas de 40 años o más y alrededor del 10 % de las de 75 años o más.

En las personas que tienen ascendencia africana se observa un riesgo hasta 15 veces mayor de ceguera por GPAA. Asimismo, las mujeres en general y la población de ascendencia asiática se encuentran más afectadas que los hombres, esta última población debido a que presentan una cámara anterior menos profunda (tasa más alta de cierre del ángulo).

El GPAA suele aparecer en edad adulta, pero también puede afectar a jóvenes y niños, sugiriendo en ese caso componentes genéticos. El glaucoma congénito primario se diagnostica en recién nacidos (hasta 1 mes de edad), donde suele haber agrandamiento de ojos al nacer. El glaucoma infantil afecta a personas de entre 1 y 36 meses de edad, el glaucoma juvenil a edades de entre 3 y 40 años. El GAA juvenil es similar al GPAA en términos de PIO que conduce a

daño del nervio óptico, pero se presenta en los grupo más jóvenes con PIO más alta y defectos de campo visual más graves. (Dietze, Blair, Zeppieri, & Havens, 2024)

2.1.2.4 Manifestaciones clínicas

En el inicio de la enfermedad, muchos pacientes no saben de su afectación, para ello deben recurrir a un examen ocular de rutina. La prevalencia de glaucoma no detectado en adultos supera el 50% a nivel mundial (aún más en Asia y África). Como ya se ha indicado, cuando ya hay manifestaciones claras se observa una pérdida gradual de la visión periférica, conservándose entonces la visión central; luego la enfermedad progresa en forma más notoria. (Dietze, Blair, Zeppieri, & Havens, 2024)

La pérdida inicial suele verse en polos infra temporal y supra temporal del disco óptico. Se detecta un patrón arqueado clásico en la prueba del campo visual de Humphrey. No es necesaria para el diagnóstico una PIO elevada en la tonometría, si los nervios ópticos exhiben un borde retiniano neural con muescas focales o un agrandamiento difuso de la copa. Aunque puede haber desarrollo asimétrico (copa del nervio óptico asimétrica), los cambios se observan por lo general bilateralmente. Una relación copa-disco superior a 0,5 se asocia con glaucoma. (Dietze, Blair, Zeppieri, & Havens, 2024)

2.1.2.5 Factores de riesgo

Entre los factores de riesgo para que se desarrolle el glaucoma se encuentran: mayor edad (en todos los tipos de glaucoma), antecedentes familiares de la enfermedad en parientes en primer grado de consanguinidad, diabetes, presión arterial alta y enfermedad cardíaca, principalmente. Otras causas de riesgo pueden ser: uso de corticosteroides prolongado, tumores, inflamación

ocular, traumatismo ocular, diferencias anatómicas (córneas más delgadas, desprendimiento de retina). (Dietze, Blair, Zeppieri, & Havens, 2024)

2.1.2.6 Fisiopatología

El nervio óptico transmite señales visuales desde los fotorreceptores en la retina hasta el lóbulo occipital, utilizando más de un millón de fibras nerviosas. Diversos tipos de glaucoma dañan la capa de fibras nerviosas de la retina. El humor acuoso, producido por las células epiteliales del cuerpo ciliar, mantiene la presión intraocular y nutre los tejidos oculares. Este líquido sigue un patrón de producción circadiano y drena a través de la pupila, la malla trabecular, el canal de Schlemm, y finalmente hacia el sistema venoso.

El sistema de drenaje del humor acuoso tiene dos vías: la convencional, que depende de la presión y actúa como una válvula unidireccional, y la uveoescleral, que permite el paso del líquido independientemente de la presión. Con la edad, el flujo de salida a través de la vía uveoescleral disminuye. Este desequilibrio entre la producción y el drenaje del humor acuoso eleva la PIO promedio y causa fluctuaciones diurnas, comunes en pacientes con glaucoma. (Rhee, 2023)

La elevación prolongada de la PIO provoca la muerte y atrofia de las fibras nerviosas, resultando en una apariencia "ahuecada" del nervio óptico durante la fundoscopia. La PIO normal oscila entre 12 y 21 mmHg, pero varía a lo largo del día debido a factores como frecuencia cardíaca, respiración, ejercicio, estado de hidratación, medicamentos, hora del día, ingesta de alcohol y postura del paciente. (Kang, J,M et al.,2021)

Lecturas de presión superiores a 21 mmHg durante la evaluación indican posibles daños al nervio óptico. No obstante, estas lecturas solo representan un factor de riesgo para desarrollar

glaucoma y no son suficientes para un diagnóstico definitivo. El monitoreo continuo de la PIO durante el día puede identificar individuos en riesgo de desarrollar esta enfermedad. (Rhee, 2023)

2.1.2.7 Diagnóstico

Para el tema del diagnóstico se recurre a un examen de fundoscopia (llamado comúnmente “fondo de ojo”), pruebas de campo visual, tonometría, tomografía de coherencia óptica (OCT) y gonioscopia. Como ya se ha indicado anteriormente, la PIO alta es el mayor factor de riesgo, aunque no es determinante para realizar un diagnóstico, pero es muy importante como factor de indicio. La tonometría de aplanación de Goldmann es el estándar, aunque hay de varios tipos a los cuales se recurre en caso de, por ejemplo, pacientes que se encuentren encamados, personas rebeldes, niños o personas alérgicas a gotas de anestesia. (Kang, J,M et al.,2021)

Otras pruebas son la evaluación de la agudeza visual para determinar cualquier impacto en la visión, la paquimetría para medir el espesor de la córnea y las exploraciones de retina para monitorear los cambios en la capa de fibras nerviosas de la retina. La medición regular del campo visual con estrategias de umbral completo es primordial para personas con factores de riesgo, PIO alta y para quienes se someten a tratamiento para glaucoma. La OCT ayuda a monitorear cambios en la morfología del nervio óptico y de la capa de fibras nerviosas de la retina, especialmente en pacientes con PIO alta y glaucoma de temprano a moderado. (Kang, J,M et al.,2021)

La PIO alta se diagnostica en personas con niveles de presión intraocular superiores a 21 mmHg sin signos de neuropatía óptica glaucomatosa o defectos en el funcionamiento del campo visual.

Alrededor del 20% de las personas con PIO alta pueden progresar a glaucoma. (Kang, J,M et al.,2021)

2.1.3 Tratamiento médico

2.1.3.1 Alfa adrenérgicos

Este tipo de fármacos van a ser utilizados de manera tópica, en forma de gotas intraoculares. Estos van a disminuir la PIO mediante la reducción de la producción de humor acuoso y mejorando también el drenaje del mismo mediante la vía uveoscleral. Los agonistas alfa-adrenérgicos, como apraclonidina y brimonidina, han demostrado ser efectivos en la reducción de la PIO, alcanzando efectos máximos alrededor de dos horas después de la administración. Estudios han mostrado una reducción promedio de la PIO 20 a 25%, siendo una opción viable tanto en monoterapia como en combinación. (Mahabadi, Zeppieri, & Tripathy, 2024)

Dentro de este tipo de fármacos la brimonidina es muy selectiva para receptores alfa-2, lo que hace que presente menores efectos secundarios sistémicos como podrían ser la bradicardia, fatiga, resequedad bucal, hipotensión y deterioro de las funciones hepáticas o renales (Schuster, Erb, Hoffmann, Dietlein, & Pfeiffer, 2020). De igual manera también puede presentar efectos locales no deseados como puede ser conjuntivitis alérgica, dermatitis por contacto y conjuntivitis folicular. Y como posibles contraindicaciones serían los infantes, niños y pacientes que reciban terapia con inhibidores de la mono-aminooxidasa (IMAO). (Gedde et al., 2020)

2.1.3.2 Betabloqueadores

De igual manera que el grupo de fármacos anterior son de utilizados de manera local, generalmente dos veces al día, para reducir la PIO mediante la disminución de la producción de humor acuoso. Podemos tener betabloqueadores selectivos y no selectivos. En los selectivos

podemos mencionar betaxolol, mientras que en los no selectivos el timolol, cartelol, entre otros. En general este grupo de fármacos van a proveer de una reducción del 20 a 25% de la PIO (Mahabadi, Zeppieri, & Tripathy, 2024).

De los efectos secundarios locales lo más común es el síndrome del ojo seco o la exacerbación de este si es que ya se padecía. Los betabloqueadores no selectivos van a presentar un mayor impacto en los receptores de otras áreas del cuerpo, por lo que van a presentar contraindicaciones en asma bronquial, EPOC, bradicardia sinusal, así como también pueden exacerbar hiperglucemias o enmascarar hipoglicemias en pacientes con diabetes. Por otro lado, debido a su mecanismo, podemos ver que los betabloqueadores selectivos van a presentar un uso más seguro sobre la sintomatología respiratoria. (Schuster, Erb, Hoffmann, Dietlein, & Pfeiffer, 2020)

2.1.3.3 Inhibidores de la anhidrasa carbónica (IAC)

Estos, al igual que los dos fármacos anteriores, se usan para la reducción de la PIO debido a que proveen una reducción en la producción humoral acuosa. Estos pueden alcanzar una disminución de la PIO de un 15 a 20%. Este grupo de fármacos generalmente se reserva en aquellos pacientes que no se puedan utilizar los betabloqueadores o las prostaglandinas, y en los casos de tratamiento combinado. (Mahabadi, Zeppieri, & Tripathy, 2024)

Por vía oral podemos mencionar acetazolamida, y de tratamiento local están la dorzolamida y la brinzolamida, siendo este último el que presenta menos efectos secundarios. En caso de los orales podrían provocar parestesias, alteraciones gastrointestinales y cálculos renales, mientras que los de aplicación local prurito, sabor amargo, visión borrosa, miopía transitoria y

descompensación endotelial corneal. Como contraindicaciones podemos mencionar a los pacientes alérgicos a sulfamidas. (McKinney & Turbert, 2024)

2.1.3.4 Agentes Colinérgicos

Los fármacos colinérgicos o para-simpaticomiméticos, como la pilocarpina, reducen la PIO entre un 20 % y un 25 % al aumentar la salida de humor acuoso. También son conocidos como agentes mióticos debido a que reducen la PIO provocando miosis, ya que esta contracción pupilar aumenta el drenaje del humor acuoso debido a que se produce un ampliamento del ángulo de drenaje en la cámara anterior. Sin embargo, estos agentes son poco tolerados debido a sus efectos secundarios y no se usan como tratamiento de primera línea. (McKinney & Turbert, 2024).

Como efectos secundarios se puede recalcar que asocian pocos efectos sistémicos, pero si se han asociado con las alteraciones de la agudeza visual, cierto nivel de miosis, desprendimientos de retina y espasmos en la acomodación del cristalino. Como contraindicaciones se encuentra los pacientes jóvenes con antecedentes de uveítis o de cataratas, así como pacientes asmáticos. (Belamkar et al., 2022)

2.1.3.5 Análogos de las prostaglandinas

Este grupo es generalmente usado como tratamiento inicial. Como ventaja que tienen respecto a otros fármacos en gotas es que se aplican una sólo vez por día, además que son los mejor tolerados por los pacientes. Logran una disminución de 25 a 33% de la PIO al mejorar el flujo de salida uveoescleral y trabecular del humor acuoso. Podemos mencionar el latanoprost, bimatoprost y tavoprost, siendo el primero el considerado como primera elección en el glaucoma primario de ángulo abierto. (Mahabadi, Zeppieri, & Tripathy, 2024)

Li et al. (2016) en su revisión sistemática y metaanálisis que comparaba la efectividad de los medicamentos de primera línea para glaucoma de ángulo abierto, concluye que los análogos de las prostaglandinas son los que brindan una mayor reducción de la PIO, seguido por los betabloqueadores y de tercero los alfa 2 agonistas. Siendo bimatoprost el más efectivo, seguido del latanoprost. Pero este mismo estudio nos recalca que la diferencia en efectividad dentro de una misma familia farmacológica es muy pequeña, incluso puede que no sea clínicamente relevante.

Como efectos adversos tendríamos la hiperpigmentación del iris y la piel circundante, alargamiento de pestañas, hiperemia de la conjuntiva y reducción de grasa peri-orbitaria. Y dentro de sus contraindicaciones serían pacientes con antecedentes o presencia de uveítis, glaucomas de origen inflamatorio, así como asma bronquial, ciertas afecciones cardiovasculares graves y enfermedades hepáticas o renales. (Schuster, Erb, Hoffmann, Dietlein, & Pfeiffer, 2020)

2.1.4 Tratamiento quirúrgico

2.1.4.1 Trabeculoplastia láser

Con este procedimiento conseguimos incrementar el flujo de drenaje del humor acuoso a través del canal de Schlemm. Este método está indicado como terapia complementaria o coadyuvante del tratamiento médico, ya sea para reducción del uso de gotas oftálmicas o en los casos de que con tratamiento médico no se alcancen los metas objetivo de PIO ya sea porque no se logra una reducción suficiente o por un uso inadecuado del tratamiento o que se haya generado intolerancia al mismo. (Schuster, Erb, Hoffmann, Dietlein, & Pfeiffer, 2020)

Rolim-de-Moura CR et al., (2022) en su publicación concluye que la trabeculoplastía laser podría ser más efectiva en disminuir la velocidad de la progresión de las alteraciones visuales del glaucoma de ángulo abierto que la terapia tópica, además que parece presentar una eficacia similar en la reducción de la PIO que los colirios. Esto sin asociar efectos adversos graves, especialmente en los tipos más nuevos como la trabeculoplastía laser selectiva.

2.1.4.2 Trabeculoplastía con láser de argón (TLA)

Greslechner, R., y Spiegel, D. (2019) describen este tipo como una alternativa efectiva y segura, que da una reducción de PIO del 20-30%. Pero, también nos describen que en un lapso de 2 a 5 años el procedimiento tiene una tasa de fallo de hasta un 50%. Y al fallar este procedimiento, si volvemos a realizarlo nos produce una menor disminución de la PIO, así como una menor duración del efecto del tratamiento.

2.1.4.3 Trabeculoplastía laser selectiva (TLS)

A grandes rasgos consiste en hacer 50-100 disparos de laser en un ángulo de 180 a 360° de la malla trabecular aumentando el drenaje del humor acuoso. Este método se prefiere sobre el láser de argón debido que usa una potencia laser menor, que nos va a producir menor inflamación y cantidad de lesiones en la malla trabecular. (Mahabadi, Zeppieri, & Tripathy, 2024). Gazzard, G et al., (2019) en un estudio comparando TLS con tratamiento médico da como resultado que la TLS permitió una PIO controlada, sin gotas oftálmicas, en el 74% de los pacientes por al menos 3 años y reduciendo la necesidad de cirugía.

Brinda una disminución de la PIO y tasa de éxito similar a la TLA. En caso de fallo del procedimiento podemos volver a realizarlo, pero esto nos da descenso en la eficacia. Como una ventaja de la TLS es que si ha demostrado tener éxito al repetirla después de haber realizado

una TLA inicial, caso que en orden contrario no se han visto resultados. (Greslechner, R., y Spiegel, D, 2019)

2.1.4.4. Trabeculoplastia con láser de diodo de micro pulso

El láser de micro pulso ha sido investigado como una alternativa prometedora a los procedimientos tradicionales de láser contra el glaucoma. Consiste en usar el láser en pulsos cortos en lugar de un rayo continuo, permitiendo que el tejido ocular se enfríe entre pulsos y reduciendo así el riesgo de daños térmicos y efectos secundarios. Esto provoca que el dolor intraoperatorio, la reacción celular y la inflamación post operatoria sean menores que con la trabeculoplastia convencional de laser continuo. (Abouhussein, 2016)

Sobre este procedimiento hay pocos estudios comparativos con respecto otros procedimientos o con tratamiento médico. De, León, y López, (2017) compararon la TLS y la trabeculoplastia láser de micro pulso para el tratamiento del glaucoma de ángulo abierto y la hipertensión ocular, dando como resultado, tras un periodo de seguimiento de 3 meses, que no hubo una diferencia estadísticamente significativa entre el promedio de reducción de la PIO entre ambos procedimientos.

2.1.4.5 Trabeculectomía

La trabeculectomía es una técnica quirúrgica que tiene como objetivo la disminución de la PIO en los casos de glaucoma en los que se comience a ver afectado el nervio óptico. Es una cirugía de drenaje. Se recurre a ella en los siguientes casos: pacientes en los que se está produciendo daño en el nervio óptico que no responden al tratamiento con colirios (hipotensores), pacientes en los que se continúa reduciendo el campo visual a pesar del tratamiento médico, pacientes que no cumplen con el tratamiento médico, pacientes en los que

se producen efectos secundarios debido a la medicación y pacientes en los que la esperanza de vida es superior a la razón de progreso de la enfermedad. (Baviera & Baviera, 2024)

Consiste en la creación de una vía directa de comunicación entre la cámara anterior del ojo (estructura que se encuentra entre la córnea y el iris) y el espacio subconjuntival (porción anterior del ojo, por debajo de la conjuntiva, la membrana transparente que recubre la superficie ocular y el interior del párpado), con lo que se espera favorecer que el humor acuoso se traslade en la cantidad suficiente para reducir la presión intraocular. (Área Oftalmológica Avanzada - departamento de oftalmología del Institut Universitari Dexeus, 2022)

Bajo anestesia local se realiza una pequeña incisión en la esclerótica (la parte blanca del ojo) para crear una vía de salida para el humor acuoso, esto con el fin de que forme una ampolla de filtración, la cual permite que se drene el humor acuoso contenido en la cámara anterior del ojo a través de la conjuntiva y se mezcle con la capa lagrimal. El hecho de que se cuente con esta ampolla es un indicio que se logrará cumplir con los objetivos quirúrgicos: mantener un flujo controlado del humor acuoso para evitar la hipotonía ocular (PIO baja) o el aumento de la PIO. (Área Oftalmológica Avanzada - departamento de oftalmología del Institut Universitari Dexeus, 2022)

Antes de realizar esta cirugía se realizan varias pruebas: tonometría (medición de la PIO), paquimetría (medición del grosor de la córnea), OCT (tomografía de coherencia óptica) para evaluar el nervio óptico, campimetría (prueba del campo visual) y gonioscopia (estudio del ángulo iris-córnea). (Guijo, 2022)

Luego de la cirugía, se recurre al uso de medicamentos (antibióticos, esteroides, analgésicos) y acudir a revisiones periódicas para monitorear la PIO y la salud del ojo operado. El paciente debe evitar ciertas actividades físicas y seguir las recomendaciones oftalmológicas para la prevención de complicaciones. (Baviera & Baviera, 2024)

2.1.4.6 Implantes de drenaje

Los dispositivos de drenaje son usados para tratar glaucomas que no responden a tratamiento médico (los medicamentos pueden presentar algunos efectos cardiovasculares, oculares y dolencias en general) o quirúrgico. Consisten en un tubo que drena humor acuoso desde la cámara anterior o posterior a un plato ubicado en la zona media del ojo. Ese tubo trabaja creando una salida alternativa para que el humor acuoso fluya al exterior desde la cámara anterior, el tubo se introduce en el espacio subconjuntival. Existe dos tipos básicos: con válvula y sin válvula. (Jean et al., 2017)

2.1.4.6.1 Dispositivos con válvula

Ahmed (FP7)

La válvula Ahmed es uno de los implantes más utilizados. Utilizan una cámara cónica con forma de trapecio creando un efecto Venturi (fenómeno en el que un fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado disminuye su presión cuando aumenta la velocidad al pasar por una zona de sección menor. En ciertas condiciones, cuando el aumento de velocidad es muy grande, se llegan a producir grandes diferencias de presión y entonces, si en este punto del conducto se introduce el extremo de otro conducto, se produce una aspiración del fluido de este conducto, que se mezclará con el que circula por el primer conducto” (Noguera, 2021)

Esto permite al humor acuoso fluir a través del implante. El humor acuoso pasa desde el tubo hecho de silicona médica situado en la cámara anterior a través de dos láminas de membranas elastómeras (válvula) que regulan el nivel de la PIO. El mecanismo con válvula permite que el implante funcione inmediatamente después de la operación. (Munayco-Guillén et al., 2018)

Krupin

El implante Krupin consiste en un tubo de Silastic de 20 mm (caucho de silicona) abierto con un diámetro externo de 0,58 mm e interno de 0,38 mm. El tubo es recortado en longitud antes de la colocación en la cámara anterior. El extremo del tubo tiene hendiduras horizontales y verticales que crean una válvula sensible a la presión. El disco se adapta a la curvatura del globo. Una plataforma de Silastic para la fijación del implante a la esclerótica se extiende desde el borde anterior del disco. La presencia de una válvula de presión unidireccional provee una resistencia al flujo de humor acuoso y previene hipotonía posoperatoria. (Jean et al., 2017)

2.1.4.6.2 Dispositivos sin válvula

Molteno

Los dispositivos Molteno fueron desarrollados para el tratamiento de glaucoma neovascular y casos graves o complejos de glaucoma. Los implantes consisten en un tubo de silicona sobre la superficie superior de una o más placas epiesclerales. El objetivo del tubo es entregar humor acuoso desde la superficie superior de la placa epiescleral. La función de la placa es formar una gran ampolla que desarrolla un revestimiento especializado de ampolla fibrovascular y se extiende con humor acuoso. A diferencia de una válvula mecánica, posee un sistema de autolimpieza, resiste el bloqueo por exudado inflamatorio, coágulo de sangre o crecimiento hacia el interior de los fibroblastos. (Jean et al., 2017)

Baerveldt

El implante Baerveldt fue desarrollado para una colocación sencilla. Es un tubo de silicona de 32 mm cuya función es insertarse en la cámara anterior y extraer el humor acuoso. Este tubo está unido a una placa flexible con bario impregnado de silicona de varios tamaños. Con este dispositivo se logra producir poco trauma o lesiones físicas, curación rápida, además la PIO se controla por largo tiempo y tiene un tiempo de cirugía reducido. (Jean et al., 2017)

Ex-Press

El implante Ex-Press es de acero inoxidable, su objetivo es conducir el humor acuoso a través del dispositivo desde la cámara anterior hacia un espacio intraescleral. Las dimensiones del implante son: 2-3 mm de largo y 0,4 mm de diámetro. Este dispositivo, debido a su morfología, evita su desplazamiento a posiciones indeseadas. Es de fácil inserción y provoca escasa aparición de fibrosis. (Jean et al., 2017)

iStent (Micro Bypass)

El micro-bypass trabecular iStent mejora la salida del humor acuoso a través de la creación de un bypass entre la cámara anterior y el canal de Schelmm. Este dispositivo se sitúa en el tejido yuxtacanicular debido a que la principal resistencia al flujo de salida se sitúa en ese tejido. El dispositivo tiene 1 mm de largo. Se fabrica con titanio no ferromagnético. Con este sistema la medicación se reduce mucho y casi no se registran eventos adversos ni complicaciones en la cirugía de filtración. (Jean et al., 2017)

CyPass

El CyPass Micro-Stent es un dispositivo hecho de poliamida que se implanta debajo de la superficie del ojo. Tiene 6,25 mm de largo y 0,51 mm de diámetro. Se inserta en una guía con

punta especial que sirve para separar el iris desde el espolón escleral; el dispositivo se introduce en la hendidura creada, lo que permite que las aberturas a lo largo del tubo permitan al humor acuoso fluir. Conlleva recuperación rápida y garantía de seguridad (pocas complicaciones postoperatorias: endoftalmitis, hemorragia supracoroideal, hipotonía, entre otras), además presenta un mínimo daño quirúrgico y preserva la conjuntiva. (Jean et al., 2017)

Hydrus Stent

El Hydrus Stent es un dispositivo de 8 mm de largo con drenaje hecho de nitinol (55 % nickel y 45 % titanio). Se inserta en el canal de Schelmm, abre salida para que el humor acuoso que se encuentra bloqueado se mueva algo más libremente, disminuyendo la PIO. Su diseño logra que sea menos invasivo, con lo que puede realizarse durante cirugía de cataratas. El nitinol es reconocido por ser superelástico, posee un comportamiento de memoria que funciona de forma térmica, presenta resistencia a la corrosión y es biocompatible. (Jean et al., 2017)

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

El enfoque de la presente investigación es cualitativo, que en general tienen como finalidad primordial describir los hechos, situaciones o fenómenos exactamente como son observados en el estudio. Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), la ruta cualitativa es un proceso inductivo, iterativo y recurrente que se dirige de lo particular a lo general. Este enfoque no obedece a un diseño rígidamente preestablecido o lineal, sino que se distingue por ser flexible, orientándose a explorar y comprender los fenómenos estudiados profundizando en sus significados, interacciones y en la revisión de la literatura.

La presente investigación usó el enfoque cualitativo, mediante una revisión sistemática, con el propósito de evaluar y comparar la efectividad del tratamiento médico frente al quirúrgico en el manejo del glaucoma de ángulo abierto en adultos, usando como indicador central la reducción de la presión intraocular. Por lo tanto, la investigación se centra exhaustivamente en la recopilación, lectura, síntesis y análisis profundo de la evidencia ya disponible en la literatura científica, prescindiendo del uso de análisis estadísticos o mediciones cuantitativas propias. Este abordaje permitió examinar con precisión los hallazgos previos e identificar cuál de las dos alternativas terapéuticas ofrece un control superior de este indicador.

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de carácter descriptivo. Según los lineamientos de la Guía Metodológica, los estudios descriptivos son aquellos que tienen como finalidad primordial describir los hechos, situaciones o fenómenos exactamente como son observados en el estudio.

Complementando esta definición, Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) establecen que la investigación descriptiva pretende especificar y detallar las propiedades, las características y los

perfiles de personas, grupos, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que sea sometido a un análisis. Este alcance es sumamente útil para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones del problema de investigación.

Bajo ese contexto, al ser una revisión sistemática de la literatura, el estudio es descriptivo debido a que recopila datos cualitativos de diversas fuentes, los analiza y los interpreta. El proceso consiste en elegir una serie de variables o cuestiones clínicas específicas en los artículos seleccionados, analizarlas de manera independiente y, de este modo, describir con rigurosidad lo que se investiga con base en la evidencia recolectada

3.3 UNIDADES DE ANÁLISIS U OBJETOS DE ESTUDIO

Para la elaboración de la presente investigación, se utilizó fuentes secundarias de las bases de datos PubMed, Dialnet y Science Direct para obtener los artículos necesarios. Estas bases de datos contienen fuentes bibliográficas confiables ampliamente utilizadas en el ámbito de las ciencias de la salud.

Se incluyeron 8 artículos obtenidos de las bases de datos mencionadas anteriormente. Para su selección se utilizaron distintos métodos como forma de evaluación de calidad, validez y transparencia. Tales métodos constituyen al modelo PRISMA, aplicación de un plan piloto mediante criterios de inclusión, ficha de lectura crítica y evaluación del nivel de evidencia mediante el método Oxford.

3.3.1 Área de estudio:

Por la naturaleza de la siguiente investigación este apartado no se ejecuta.

3.3.2 Fuentes de información

La investigación se realiza tomando en cuenta información proveniente de fuentes secundarias, específicamente de artículos científicos correspondientes a ensayos clínicos controlados aleatorizados. Para la búsqueda y obtención de la evidencia necesaria, se utilizaron bases de datos científicas reconocidas como PubMed, Science Direct y Dialnet. Esta información, recopilada a través de búsquedas avanzadas con el uso de descriptores MeSH y operadores booleanos, se utiliza para la extracción de datos, el análisis comparativo de las variables y la redacción de los distintos apartados que conforman la presente revisión sistemática.

3.3.3 Población

El total de la población era de 28257 artículos identificados en la búsqueda entre las bases de datos.

3.3.4 Muestra

La muestra de esta investigación incluyó los artículos científicos que cumplen con los criterios de inclusión establecidos. Se seleccionaron un total de 8 artículos científicos, los cuales están distribuidos geográficamente en los siguientes países; Austria, Bélgica, Hungría, Polonia, Francia, Italia, Países Bajos, España, Reino Unido, Dinamarca, Dinamarca, Rusia, República Checa, Alemania, Letonia y Estados Unidos de América.

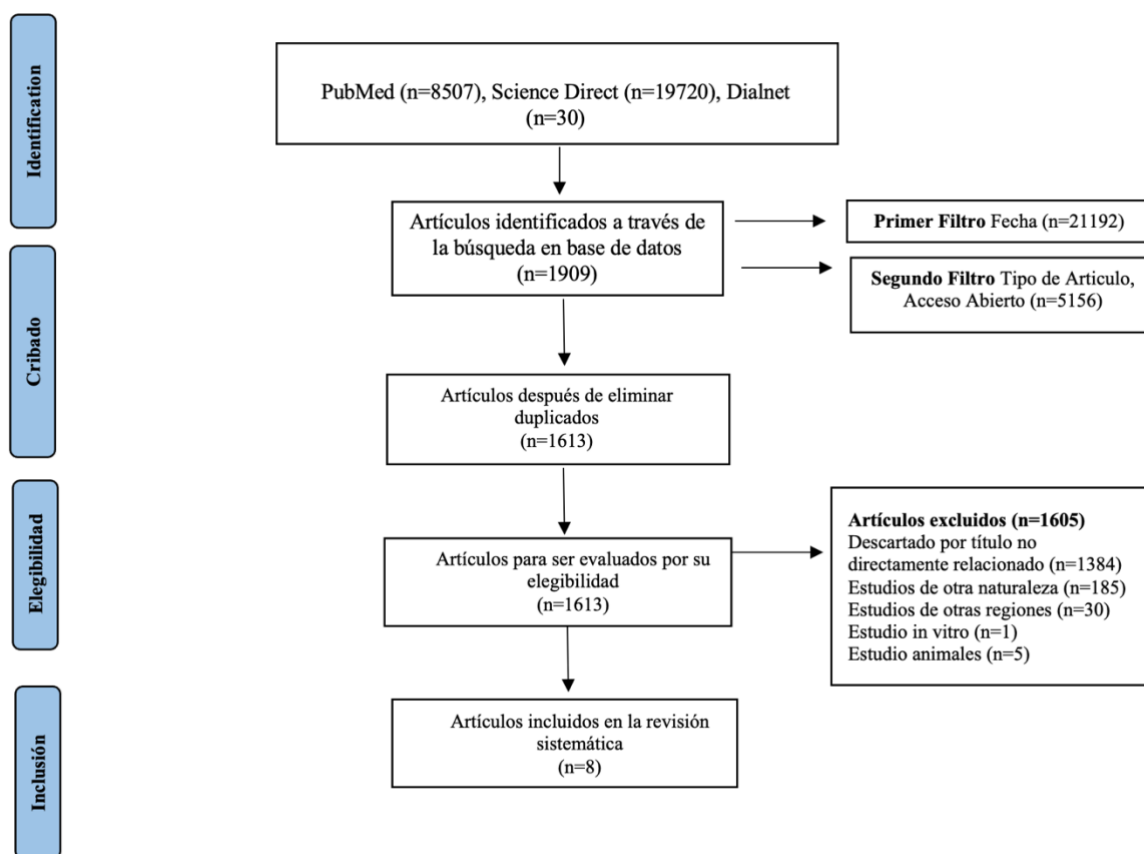


Figura 1. *Flujo PRISMA*

Fuente: elaboración propia, 2026.

3.3.5 Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión y exclusión son condiciones específicas con las que debe contar o no un individuo para ser parte o no de la muestra seleccionada. En este caso, características que deben tener los artículos para ser incluidos o para no incluirse (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2018). A continuación, en la Tabla 1 se presentan de manera detallada los criterios de inclusión y exclusión establecidos para esta revisión sistemática.

Tabla 1. *Criterios de Inclusión y Exclusión*

CRITERIOS DE INCLUSION	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
Estudios centrados en población adulta con glaucoma de ángulo abierto.	Serie de casos, Reporte de caso, Estudio piloto, Casos control, Estudio de un solo brazo, Estudio no intervencional, Estudio en animales , In vitro, artículos de opinión, editoriales y resúmenes de conferencia.
Ensayo clínico controlado aleatorio	Estudios realizados en Latinoamérica, Asia, México, Canadá, América del Sur y Oceanía.
Estudios realizados en países de Europa y/o Estados Unidos de America.	Artículos de acceso cerrado o de pago.
Publicaciones en inglés.	Población pediátrica. Embarazada o que no presente glaucoma de ángulo abierto.
Artículo que aborde tratamiento médico o quirúrgico del glaucoma de ángulo abierto.	
Artículos de acceso abierto.	

Fuente: *elaboración propia, 2026.*

3.4 INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

El instrumento utilizado para la recolección de datos en la presente investigación fue una combinación de búsquedas avanzadas en bases de datos científicas y el uso de Microsoft Excel para la organización y filtrado de los resultados. Se utilizaron descriptores MeSH y operadores booleanos para identificar los artículos más relevantes en bases de datos como PubMed, Science Direct y Dialnet. La información recopilada se organizó de forma cuantitativa en Excel, lo que facilitó tanto la visualización como la depuración de los datos, permitiendo selección de estudios más adecuados para conformar la muestra final.

Tras realizar la búsqueda con descriptores MeSH y operadores booleanos en las bases de datos PubMed, Science Direct y Dialnet, se utilizó Microsoft Excel como herramienta para organizar los resultados de manera cuantitativa, aplicando los primeros filtros para depurar los datos obtenidos de las distintas fuentes.

En cuanto al uso de la herramienta, en Excel se digita la cantidad de artículos que salen según la combinación de operadores booleanos, palabras clave y filtros para tener una mejor visibilidad de cómo se va filtrando hasta obtener la muestra.

3.4.1 Validez y confiabilidad de los artículos seleccionados

Para garantizar la validez de los artículos seleccionados, se diseñó una lista de verificación basada en los criterios de inclusión, permitiendo evaluar su pertinencia en relación con el tema de investigación y los objetivos establecidos. Esta lista fue sometida a una prueba piloto aplicada al 10% de la muestra, equivalente a un estudio (Ver anexo N°1).

Así mismo, el plan piloto como proceso de esta investigación se estructuró a partir de una lista de verificación basada en los criterios de inclusión, con el objetivo de seleccionar artículos científicos pertinentes para la revisión sistemática. La muestra total incluyó 8 artículos científicos, de los cuales el 10% (equivalente a 0.8 artículos) fue considerado para la fase piloto. En consecuencia, se eligió de manera aleatoria un artículo para evaluar su validez y determinar su idoneidad para la investigación (Ver Anexo N°1).

Tras la revisión del artículo seleccionado, se constató que cumplía con la mayoría de los criterios de inclusión y abordaba de manera adecuada las variables de estudio, por lo que no fue necesario realizar modificaciones en el proceso de selección.

3.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de esta investigación es de tipo no experimental y transversal, ya que no implicó manipulación de variables y se fundamentó en la recopilación de datos mediante una revisión bibliográfica, desarrollada dentro de un periodo definido.

En este estudio, que corresponde a una revisión sistemática, se emplean las guías PRISMA para asegurar una presentación clara y completa. Estas guías permitieron evaluar la idoneidad de los métodos y la confiabilidad de los resultados. PRISMA consta de 27 elementos que deben incluirse en la publicación, proporcionando lineamientos detallados para documentar cada etapa de la revisión, desde la justificación y objetivos hasta la búsqueda, selección de estudios, extracción de datos, síntesis de resultados y análisis del riesgo de sesgo (Page et al., 2021).

3.6 PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección inició con la aplicación de los descriptores en combinación con los operadores booleanos aplicados a las tres bases de datos escogidas e introduciendo los datos en una hoja de Excel. Inicialmente, se identificaron un total de 28,257 artículos a través de tres bases de datos: PubMed, Science Direct y Dialnet, con 8507, 19720 y 30 artículos respectivamente.

En la parte de cribado, se realiza una búsqueda en la base de datos que disminuyó la cantidad de artículos a 1909. Estos artículos fueron sometidos a dos filtros importantes. El primer filtro eliminó 21,192 artículos basándose en la fecha de publicación. El segundo filtro descartó 7065 artículos considerando el tipo de artículo y si estaban disponibles en acceso abierto.

Finalmente, para identificar duplicados se utilizó el gestor bibliográfico Rayyan, que permitió localizar 296 artículos duplicados, resultando en un total de 1613 artículos únicos. Estos artículos fueron considerados para la evaluación de su elegibilidad. En esta etapa, se excluyeron

1605 artículos: 1384 fueron descartados por tener títulos no directamente relacionados con el tema de interés, 185 estudios de otra naturaleza, 30 estudios de otras regiones, 1 estudio in vitro, 5 estudios en animales.

3.7 ORGANIZACIÓN DE LOS DATOS

Tras la selección de los artículos pertinentes mediante el gestor bibliográfico Rayyan, se elaboró una matriz en Excel para estructurar y organizar la información. Al tratarse de un estudio cualitativo, se registraron aspectos clave como el objetivo del estudio, título, base de datos de origen, descriptores MeSH empleados, país de realización y nivel de evidencia según la clasificación de Oxford. Para facilitar su identificación, cada artículo fue codificado con la letra "E" seguida de un número único asignado de manera secuencial.

3.7.1 Selección de estudios

Con base en los criterios de inclusión y exclusión, se inició el proceso de filtrado de los artículos obtenidos en la búsqueda en bases de datos, utilizando palabras clave y operadores booleanos para identificar aquellos que se ajusten a la temática del estudio. Inicialmente, se aplicaron filtros por fecha de publicación y tipo de artículo.

Luego, se revisaron los títulos para descartar aquellos que no guardan relación directa con el tema. Durante esta etapa, también se identificó los artículos sin acceso abierto que no fueron excluidos en los filtros previos. Finalmente, los artículos seleccionados son analizados en profundidad, recopilando los datos más relevantes para la revisión sistemática. Esta información se sintetiza, tabula y se procede al análisis final de los resultados.

3.7.2 Extracción de los datos

Mediante la lectura de los artículos científicos y los resultados obtenidos dentro de las mismas investigaciones, se recopiló los datos más relevantes para la presente revisión sistemática en torno a las variables de estudio, se sintetizaron y se tabularon para posteriormente, realizar el análisis de resultados. Se realizó una tabla que presenta un resumen de los datos más relevantes de cada artículo que se muestra en el Anexo N°3

3.8 ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de datos se llevó a cabo mediante una lectura exhaustiva de cada artículo seleccionado, con el objetivo de responder la pregunta de investigación planteada. Del mismo modo, la extracción de información relevante se realizó en concordancia con los objetivos específicos del estudio, los cuales representan las variables fundamentales de esta investigación.

3.8.1 Lectura crítica

Con el propósito de evaluar la calidad, fiabilidad y validez de los artículos seleccionados para esta investigación, se lleva a cabo un análisis crítico utilizando la herramienta Ficha de Lectura Crítica 3.0 (FLC 3.0). A través de este proceso, los estudios son clasificados en tres niveles de fiabilidad: alta, media o baja calidad. En el Anexo N°2 se presenta el desarrollo detallado de todos los artículos analizados.

3.9 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Los artículos científicos seleccionados no presentaron conflictos de interés y han sido elaborados bajo estrictos principios éticos. Además, se garantizó que los estudios incluidos han sido previamente publicados, lo que significa que han pasado por procesos de revisión y

aprobación ética correspondientes. Esto asegura su cumplimiento con los estándares éticos de la investigación, abarcando aspectos como el consentimiento informado, la protección de la privacidad de los datos y la transparencia en los conflictos de interés. No obstante, algunos estudios no mencionan explícitamente estos aspectos en su contenido.

CAPITULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. GENERALIDADES

En este capítulo se exponen los resultados obtenidos de la revisión bibliográfica en las bases de datos científicas PubMed, Science Direct y Dialnet, mediante un riguroso proceso de filtrado y selección de artículos siguiendo el método PRISMA descrito en el capítulo metodológico. Los ocho estudios seleccionados son una respuesta directa a la pregunta de investigación y cumplen con los objetivos planteados para la presente revisión sistemática.

Los datos extraídos se organizan según las variables principales de este estudio: la efectividad en la reducción de la presión intraocular (PIO) y por otro lado el perfil de efectos secundarios. Para facilitar la lectura la información se ordena de manera que los artículos correspondientes a los tratamientos médicos se mencionaran al inicio, y posterior a estos, se incluyen los de abordajes quirúrgicos y técnicas láser. En esta sección se van a describir los hallazgos meramente de forma objetiva, reservando la interpretación y explicación de estos para el capítulo de discusión.

4.2 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS INCLUIDOS

Durante el proceso de selección final, y mediante los criterios de elegibilidad, se lograron extraer ocho ensayos clínicos que forman la muestra de esta revisión sistemática. En los que se incluyen estudios de fase II y fase III, análisis de cohortes prospectivas, diseños de no inferioridad y de respuesta a la dosis, todos con un enmascaramiento riguroso para evitar sesgos en la recolección de los datos.

La población total analizada al sumar los participantes de los artículos seleccionados es de más de 2,300. Estos individuos compartían el diagnóstico de GAA o OHT, abarcando desde casos

leves hasta severos. En general las participantes presentaban una PIO basal que oscilaba entre los 21 y 27 mmHg, y en muchos de los ensayos, se encontraban previamente bajo terapia médica máxima tolerada sin lograr adecuado control. Desde el punto de vista geográfico, las investigaciones se llevaron a cabo de manera multicéntrica en clínicas y hospitales, en los Estados Unidos, Reino Unido, Francia, entre otros. Esta diversidad poblacional permite que los hallazgos sean representativos y aplicables a diferentes entornos clínicos de primer mundo.

En esta investigación para el tratamiento médico, se seleccionaron tres estudios que cumplen con los criterios de inclusión y abordan diversas terapias farmacológicas utilizadas en monoterapia o en combinación. Los tratamientos analizados incluyen análogos de prostaglandinas, inhibidores de ROCK, combinaciones de prostaglandinas con betabloqueadores y agentes en investigación como NCX 470 en diferentes concentraciones. En la mayoría de los estudios, se compararon entre sí para evaluar su eficacia en la reducción de PIO y su perfil de seguridad en términos de efectos adversos.

En los cinco estudios seleccionados para las técnicas quirúrgicas, se analizan diversas opciones quirúrgicas, incluyendo MicroShunt, Trabeculectomía, Implante de Bimatoprost 15 µg y SLT, junto con su variante DSLT. En la mayoría de los estudios, estos tratamientos fueron comparados entre sí con el objetivo de determinar su efectividad en la reducción de la PIO y su perfil de seguridad en términos de efectos secundarios. Factores como la duración del efecto, la tasa de complicaciones postoperatorias y la necesidad de retratamientos fueron elementos clave en la evaluación de los procedimientos.

4.3 LISTADO DE ESTUDIOS INCLUIDOS EN LA INVESTIGACIÓN Y SUS DESCRIPCIONES

4.3.1 A randomized clinical trial comparing three fixed combinations of bimatoprost with timolol inpatients with open-angle glaucoma or ocular hypertension

El estudio corresponde a un ensayo clínico de fase II aleatorizado, desarrollado por Ewa Mrukwa-Kominek, Marta Misiuk-Hojlo, Adrienne Csutak, Ingeborg Stalmans y Gerhard Garhofer en el año 2023 en la revista Current Medical Research and Opinion. Dicho estudio se realizó de forma multicéntrica en 24 centros clínicos, de Australia, Bélgica, Hungría y Polonia.

Durante 12 semanas comparó la eficacia y seguridad de tres combinaciones fijas de bimatoprost y Timolol. Explorando la seguridad y eficacia de dos nuevas formulaciones en gel de combinación fija y sin conservantes (T4030a y T4030c) frente a una solución acuosa estándar con conservantes (Ganfort®) en 86 pacientes. Se evaluaron a los sujetos el día 1, en semana 6 y en semana 12. Siendo Ganfort® bimatoprost 0.03%/timolol 0.5%, el T4030a formulación de bimatoprost 0.01%/timolol 0.1% y el T4030c bimatoprost 0.01%/timolol 0.5%.

Dentro de sus criterios de inclusión se habla de pacientes mayores de 18 años con GAA (primario o secundario) o OHT inicialmente tratada y con PIO controlada por lo menos por 6 meses con terapia médica combinada y que no haya podido ser controlada en forma de monoterapia. También debían tener una PIO en medición aleatoria de entre 22 y 36 mmHg en ambos ojos, y con diferencia entre ambos de 3 mmHg o menos. Y se recalca como principal criterio de exclusión glaucoma en estadios avanzados o que bajo criterios de los investigadores el campo visual empeoraría con la participación en el estudio.

Los datos recolectados en el estudio demuestran que las tres formulaciones logran reducciones significativas de PIO y clínicamente equivalentes, rondando entre 9.4 y 10.1 mmHg de descenso

tras 12 semanas. Tras 12 semanas el grupo de T4032a era el que presentaba una mayor proporción de pacientes con PIO menor a 18 mmHg medido a las 8 am (92%) contra 78% de T4030c y 76% de Ganfort, pero en la medida realizada a las 4pm las 3 formulaciones rondaban entre 82 y 85%. Los investigadores terminaron dictaminando que los valores a las 8am no eran considerados estadísticamente significante.

Desde el punto de vista de efectos adversos y tolerabilidad el estudio recalca que las nuevas formulaciones en gel exhibieron una ventaja significativa: la T4030a, a pesar de tener una concentración menor de Timolol, 0.1%, mantuvo la misma eficacia hipotensora, pero mostró una absorción sistémica notablemente menor. Esto se tradujo en una reducción de la incidencia general de trastornos oculares (13.8% frente 21.4% en la solución estándar y de 17.2% del T4030c) y en la ausencia total de eventos adversos sistémicos como la cefalea, la cual sí se reportó en el grupo de Ganfort. Recalcando también que no hubo cambios clínicos significativos en fondo de ojo, campo visual o en el ámbito cardiovascular en ninguno de los 3 grupos.

4.3.2 Mercury-3: A randomized comparison of netarsudil/latanoprost and bimatoprost/timolol in open-angle glaucoma and ocular hypertension

Investigación de Ingeborg Stalmans, Kin Sheng Lim, Francesco Oddone, entre otros, el cual se publica en 2023 y lleva a cabo en 58 centros clínicos en Austria, Bélgica, Republica Checa, Francia, Alemania, Hungría, Italia, Letonia, Polonia, España, y el Reino Unido. Este ensayo clínico prospectivo de fase III, aleatorizada, multicéntrico y doble ciego comparó la eficacia y seguridad de la combinación de dosis fija innovadora de netarsudil 0.02%/latanoprost 0.005% frente a la combinación bimatoprost 0.03%/timolol 0.5% (Ganfort). Evaluando durante 6 meses a 430 pacientes con GAA o OHT que no estaban controlados adecuadamente con medicación previa.

Se realizaron evaluaciones de eficacia a las 2 y 4 semanas, y 3 meses, y la evaluación de seguridad se realizó a los 6 meses. La población de estudio fue mayor de 18 años con GAA o OHT en ambos ojos con control deficiente por parte de su tratamiento actual, sin cambios en la medicación 30 días previos al inicio del estudio. Dentro de los criterios de exclusión se mencionan cualquier anormalidad que impida mediciones confiables con tonómetro de Goldman, infecciones oculares recientes, uso de corticosteroides, historia de glaucoma de ángulo cerrado, entre otros. De manera aleatoria se asignaron los 430 pacientes a los grupos, 218 en grupo de NET/LAT y 212 BIM/TIM.

Los resultados cuantitativos demostraron gran efectividad de ambas combinaciones farmacológicas, logrando reducciones promedio de PIO idénticas de 9.5 mmHg (pasando de PIO basales de aproximadamente 25 mmHg a 15.6 mmHg). No se mostraron diferencias significativas en mediciones PIO basales entre ambos durante las mediciones de semana 2 y 6 y de 3 meses. Y a los 3 meses ambos lograron una disminución mayor a 20% de PIO base en 92% en el grupo de NET/LAT contra 95% el otro grupo.

Por otro lado, los resultados sobre tolerabilidad y efectos adversos si mostró mayores diferencias. El grupo de NET/LAT tuvo una deserción de estudio mucho mayor, un 20% contra 1.9%, en su mayoría siendo a causa de los efectos adversos. Este grupo presentó una incidencia notablemente mayor de efectos secundarios locales. Específicamente, se reportó hiperemia conjuntival en el 30.7% de los pacientes (frente a sólo el 9.0%) y la aparición de córnea verticillata en el 11.0% de los casos, un efecto que no se presentó en absoluto en el otro grupo.

4.3.3 A randomized, controlled comparison of NCX 470c (0.021%, 0.042%, and 0.065%) and latanoprost 0.005% in patients with open-angle glaucoma or ocular hypertension: the dolomites study

Esta investigación es conocida mundialmente como el estudio "Dolomites", quien fue liderada por Thomas R. Walters, fue publicada en 2022 en la revista Glaucoma Journal. Fue un ensayo clínico fase 2, aleatorizado y doble ciego para examinar la respuesta a diferentes concentraciones de un innovador fármaco donador de óxido nítrico, el NCX 470, comparándolo contra la monoterapia estándar con Latanoprost. Dicha investigación se dio en 25 centros clínicos en Estados Unidos, con 433 participantes.

Para la inclusión de pacientes en el estudio se usaron ciertos criterios, entre los que podemos mencionar; pacientes entre 18 y 85 años con GAA o OHT bilateral sin cambios recientes en su medicación, se contaban con distintos rangos de PIO según la hora en que se hacían las mediciones, y el paciente debía estar dentro de esos rangos en al menos dos mediciones para ser elegible. Y se excluían pacientes con glaucoma distinto a ángulo abierto, SLT 12 meses previo, cualquier condición que impida mediciones adecuadas con tonometría por aplanación, antecedentes de ciertas cirugías oftálmicas, entre otros.

El NCX470 es un compuesto innovador que combina bimatoprost con un donador de óxido nítrico, y se usaron concentración de 0.021%, 0.042% y 0.065%. Por el lado de Latanoprost se usó concentración única al 0.005%. Los 433 pacientes fueron aleatorizados en los grupos, quedando en 107 en grupo de Latanoprost, 111 en el grupo NCX470 al 0.021%, 108 al 0.042% y 107 en 0.0065%. Aplicados una vez al día, con mediciones de PIO, entre otros análisis, en 3 momentos del día en las semanas 1, 2 y 4.

Los hallazgos del ensayo revelaron que los grupos de NCX 479 lograron reducciones de la PIO claramente dosis dependientes y de manera lineal y sin señales de atenuación de poder al aumentar dosis. Mientras que el Latanoprost lograba una disminución promedio de 7.43 mmHg, el NCX 470 en sus concentraciones más altas demostró superioridad estadística, logrando descensos de 7.83 mmHg (0.021%), 8.24 mmHg (0.042%) y alcanzando su máxima efectividad con reducción de 8.67 mmHg en la concentración del 0.065%.

Respecto a los efectos secundarios, de manera general, en todos los grupos, el efecto más común fue hiperemia conjuntival. Y el segundo en frecuencia fue dolor en el sitio de aplicación del fármaco. Estos dos efectos fueron menos frecuentes en el grupo de Latanoprost (19.6% y 6.5% respectivamente). Latanoprost tuvo la menor incidencia de cualquier evento adverso ocular por medicación con sólo 19.6%, contra 30.6% de NCX470 al 0.021% y 48.1% de la concentración al 0.042%, que fue la que mostró mayor incidencia en general.

Por el lado de NCX 470 estos efectos, al igual que potencia hipotensora, mostraron ser dosis dependientes. En orden de concentración de 0.021%, 0.042%, y 0.065% la hiperemia conjuntival se presentó en 10.8%, 22.2% y 16.8% y en el caso de dolor en el lugar de aplicación fue 7.2%, 9.3% y 11.2%. El único caso de un efecto ocular severo en el estudio se reportó en un paciente del grupo de NCX 470 al 0.042%, aproximadamente un mes después de finalizado el estudio y después de cirugía de cataratas presentó endoftalmitis, que es considerada una emergencia oftalmológica.

El estudio concluye que NCX 470 demostró reducciones de PIO estadísticamente significativas, incluso mayores, en las concentraciones mayores, que el Latanoprost. En general, todas las concentraciones demostraron ser seguras y bien toleradas. También, debido a su potencia

hipotensora dosis dependiente lineal, que no aparentaba tener valor meseta, iban a seleccionar la concentración al 0.065% y, una nueva concentración, al 0.1% de NCX 470 para estudios posterior contra Latanoprost en su misma concentración de 0.005%.

4.3.4 Ab-externo microshunt vs trabeculectomy in primary open-angle glaucoma: 1-year results from a 2-year randomized, multicenter study

Esta investigación de Douglas Baker, Marlene R. Moster etc, fue un estudio multicéntrico publicado en 2021 en la revista de la American Academy of Ophthalmology, la cual se realizó en 29 lugares, de los cuales 24 fueron en Estados Unidos y 5 en Europa, específicamente en Francia, Italia, Países Bajos, España y Reino Unido. El cual se centró en comparar la efectividad y seguridad del MicroShunt, un dispositivo moderno y mínimamente invasivo, contra la cirugía incisional tradicional, la trabeculectomía, ambos con uso de Mitomicina C.

Mencionando algunos de los criterios de elegibilidad se encontraban edad entre 40 y 85 años, con glaucoma de ángulo abierto primario con control inadecuado a pesar de terapia médica máxima, con PIO entre 15 y 40mmhg. Los pacientes se fueron ordenados aleatoriamente en una relación de 3;1, quedando así 395 MicroShunt y 132 Trabeculectomías para un total de 527 procedimientos.

El criterio principal del estudio fue el éxito quirúrgico, que fue definido como disminución de la PIO diurna de un 20% respecto al valor basal a un año de plazo, sin que sea necesario aumentar el número de fármacos contra el glaucoma. También se tomó como criterios adicionales los efectos adversos, así como la necesidad de realizar intervenciones postoperatorias.

Tras la evaluación de los 527 ojos de 527 pacientes durante el primer año, los resultados mostraron que la trabeculectomía logró una tasa de éxito quirúrgico significativamente mayor, 72.7%, contra 53.9% con el MicroShunt. Y cuando hablamos de la PIO, la trabeculectomía logró conseguir un descenso superior, pasando de una PIO basal de 21.1 a 11.1 mmHg, lo que sería una reducción del 45.4% o 10 mmHg. Del otro lado, el MicroShunt redujo la PIO de 21.1 a 14.3 mmHg, dando un descenso del 29.1% o 6.8 mmHg.

Al concluir el año de estudio, el grupo de la trabeculectomía requería una menor cantidad de fármacos, con una media de 0.3 contra 0.6. Este mismo grupo de la Trabeculectomía presentó una mayor cantidad de pacientes que se encontraban totalmente libres de medicación (84.8% frente a 71.6%). No obstante, al evaluar las variables de seguridad, el grupo del MicroShunt presentó significativamente menor incidencia de hipotonía transitoria (28.9% contra 49.6% en la trabeculectomía) y también requirió menor cantidad de intervenciones postoperatorias (40.8% frente a 67.4%).

4.3.5 Ab-externo microshunt versus trabeculectomy in primary open-angle glaucoma; two-year results from a randomized, multicenter study

Este estudio liderado por Joseph F. Panarelli, da continuación a la misma cohorte del estudio anteriormente mencionado, esta vez reportando los resultados de seguridad y eficacia a 2 años de seguimiento de la realización de Trabeculectomía o MicroShunt según el grupo del paciente. Por lo tanto, comparten los mismos lugares, diseño de investigación, metodología, criterios de inclusión y exclusión.

Se menciona que las evaluaciones de los participantes se realizaron el día 1 postoperatorio, semana 1, semana 4, 3 meses, 6 meses, 12 meses, 18 meses y 24 meses. Dichas evaluaciones

incluían mediciones de parámetros como mejor agudeza visual corregida, evaluación de uso de fármacos y de efectos secundarios, así como un promedio de al menos dos mediciones de PIO si la diferencia era menor a 2mmHg o de 3 mediciones si había una diferencia mayor a 2mmHg. También se realizaron mediciones de la PIO diurna, a las 9am, 12md y 4pm, al inicio del estudio y a los meses 12 y 24.

Al finalizar el segundo año de estudio, de los 527 pacientes que iniciaron el estudio previo (395 del grupo de MicroShunt y 132 del grupo de Trabeculectomía), solamente 493 pacientes quedaron, 370 de MicroShunt y 123 de Trabeculectomía. Esta disminución de 34 pacientes fueron 25 del grupo de MicroShunt y 9 del otro grupo. Del primer grupo 7 se perdió el seguimiento, 5 murieron, 8 retiraron consentimiento y 2 fueron retirados por el investigador. En el grupo de Trabeculectomía 2 pacientes perdieron el seguimiento, 1 murió, 4 retiraron consentimiento, 1 fue retirado por el investigador y 1 había sido inscrito después del tiempo máximo de inscripción.

Los resultados obtenidos del estudio confirman que ambos procedimientos logran reducciones sostenidas en el tiempo. El éxito quirúrgico se mantuvo a favor de la trabeculectomía (64.4% contra 50.6%), al cumplir los 24 meses la trabeculectomía mantuvo la reducción promedio de PIO de 10.4 mmHg, mientras que la del MicroShunt fue de 7.2 mmHg. También se a favor del grupo de Trabeculectomía fue la disminución del uso de fármacos contra el glaucoma, mostrando a los 2 años un 79% de los pacientes sin necesidad medicación contra el 61% del grupo de MicroShunt.

En el estudio también hacen mención a forma de curiosidad o como de dato no esperado, que la tasa de éxito del MicroShunt fue considerablemente distinta en EE. UU que la de Europa,

47% contra 69%. Esta variante la terminan atribuyendo al mayor porcentaje de pacientes de raza negra en los grupos estadounidenses, debido a que se conoce que esta raza es factor de riesgo para peores resultados postquirúrgicos en glaucoma, ya que se hizo uso de misma técnica quirúrgica al igual que mismas dosis de Mitomicina C.

Desde el punto de vista de los efectos adversos acumulativos durante esos dos años, el más frecuente para ambos grupos fue aumento de PIO que requirió tratamiento (Trabeculectomía 56% versus 55% MicroShunt). La Hipotonía continuó siendo una complicación crítica y bastante más común en la cirugía tradicional (51% versus 30% con MicroShunt). Además, la trabeculectomía registró mayores tasas de empeoramiento del campo visual (20.6% contra a 18.5%).

También se recalca que la causa más común de falla quirúrgica durante la duración del estudio en el grupo de Trabeculectomía fue la hipotonía persistente con un 15.8% (contra 3.8% de MicroShunt). Mientras que el otro grupo, de MicroShunt, la causa más frecuente de fallo fue que no se lograba llegar a reducciones de al menos 20% de PIO basal (29.4% contra 9.1%).

4.3.6 Phase 3, randomized study comparing intracameral bimatoprost implant 15 µg and selective laser trabeculectomy in patients with open-angle glaucoma or ocular hypertension

Este estudio liderado por William C. Christie, fue publicado en la revista “Clinical Ophthalmology” en 2023. Es un ensayo clínico fase III, aleatorizado, de 1 año de duración y multicéntrico en 8 países; Dinamarca, Francia, Polonia, España, Estados Unidos, Rusia, Singapur y Tailandia). El estudio se dedica a la comparación del potencial reductor de PIO y de seguridad en pacientes con glaucoma de ángulo abierto (GAA) o hipertensión ocular (OHT) de implantes intracamerables de bimatoprost de 15 µg en un ojo (que es una dosis mayor al

producto que está aprobado en el mercado), comparado directamente con la trabeculoplastia láser selectiva (SLT) en el ojo contralateral de 144 pacientes.

Se realizó en pacientes adultos con GAA o OHT con PIO diurna de al menos 22mmHg, pero no mayor a 34mmHg con una diferencia entre ambos ojos de 5mmHg o menos. Además de que tuviesen mal control de su PIO por mala adherencia o por intolerancia al medicamento, pero que la razón no fuese la eficacia del fármaco. Se excluyeron pacientes con SLT previas, antecedentes de cirugías de cataratas complicadas entre otras cirugías oculares. El ojo con la PIO basal mayor era considerado el primario, se le asignaba aleatoriamente SLT o implante de bimatoprost en una relación 1:1 y el ojo contralateral recibía el procedimiento opuesto.

Los resultados demostraron que el implante de 15 µg cumplió con los criterios de no inferioridad estadística, logrando reducciones de la PIO que oscilaron entre 6.65 y 7.01 mmHg, cifras clínicamente equiparables a las de la SLT, que logró descensos de 6.26 a 6.45 mmHg. Al finalizar el año, el estudio señala que la probabilidad de no necesitar tratamiento médico de rescate fue ligeramente menor en el grupo del implante, 74%, frente a un 77% del grupo de SLT. Este resultado fue disminuyendo en comparación a los obtenidos a los 180 días del estudio, que daban una probabilidad del 93% al implante y un 86% al SLT de no requerir medicamentos.

En contraposición, los resultados del perfil de seguridad y efectos adversos recalcan que el implante de 15 µg, especialmente tras múltiples administraciones, provocó altas tasas de hiperemia conjuntival 33.3%, edema corneal 9.9% y, críticamente, pérdida de células endoteliales corneales en el 12.8% de los ojos. Mientras que los ojos tratados con la SLT no registraron eventos adversos graves, presentando únicamente hiperemia en un 19.9% y pérdida endotelial en apenas un 1.4%.

Debido a la gravedad y frecuencia de estos efectos adversos, el desarrollo comercial de la dosis de 15 µg fue cancelado, pero la dosis de 10 µg si logró aprobación gracias a un perfil de seguridad mejor. Que en otros estudios esta dosis de 10 µg daba reducciones de PIO basal entre 4.9 y 7mmHg hasta 15 semanas posterior a su administración.

4.3.7 Direct selective laser trabeculoplasty in open angle glaucoma study design: a multicentre, randomised, controlled, investigator--masked trial (glaurious)

Este estudio denominado GLAUrious, liderado por Nathan Congdon y publicada en 2023 en el British Journal of Ophthalmology. Este es un estudio aleatorizado, multicéntrico en países como Reino Unido, Italia, Estados Unidos, Singapur, China e Israel. Se dedicó a analizar y comparar la efectividad y seguridad del SLT contra, una técnica innovadora, la Trabeculoplastia Láser Selectiva Directa (DSLTL).

La investigación se realizó en mayores de 40 años con GAA o OHT, que sus PIO estén entre 22 y 35 mmHg, entre otros criterios de inclusión. Se excluyeron pacientes con contraindicación de SLT, glaucoma de ángulo cerrado o congénito, entre otros. Se realizaron valoraciones a los 0 días, 1 día, 3, 6 y 12 meses del estudio. Con 192 pacientes, 94 en el grupo de SLT y 98 en DSLTL.

En el estudio recalcan la diferencia en técnica de uso de ambos procedimientos, la SLT tradicional requiere colocar una lente de gonioscopia sobre el ojo durante 5-10 minutos, la DSLTL aplica la energía láser de manera translimbal, automatizada y sin contacto físico en tan solo dos segundos.

Los resultados preliminares del ensayo indican que la DSLTL logra una reducción de la PIO clínicamente equiparable a la obtenida con la SLT estándar. En cuanto a la seguridad, la investigación señala que, al eliminar el contacto directo con la córnea, la DSLTL disminuye

significativamente las lesiones epiteliales corneales, reduce la inflamación en la cámara anterior y minimiza las molestias postoperatorias del paciente, aumentando la viabilidad y accesibilidad de las terapias láser.

4.3.8 Efficacy of repeat selective laser trabeculoplasty in medication-naïve open-angle glaucoma and ocular hypertension during the light trial

Estudio liderado por Anurag Garg, publicado en la revista de la American Academy of Ophthalmology en 2020. Estudio consiste en un análisis derivado del ensayo clínico The LIGHT Trial, un estudio prospectivo aleatorizado y multicéntrico en Reino Unido. Investiga la eficacia a largo plazo de los tratamientos láser, evaluando específicamente a 115 ojos de 90 pacientes que requirieron la repetición de la SLT durante los primeros 18 meses del ensayo LIGHT. Durante el estudio, se midió la reducción de la PIO inicial frente a la obtenida con el láser repetido, evaluando a los pacientes durante 18 meses adicionales.

Los hallazgos cuantitativos determinan que la repetición del láser fue altamente efectiva, teniendo unas reducciones de la PIO de entre 3.9 y 5.4 mmHg, cifras equivalentes e incluso proporcionalmente mayores a las obtenidas en la primera intervención. A los 18 meses del retratamiento, el 67% de los pacientes mantenían un control adecuado de su presión ocular sin necesidad de utilizar colirios diarios. El restante 33% de las reintervenciones se tomaron como falla repetida de SLT debido que requirieron tratamiento médico, el estudio recalca que de este porcentaje un 60% tenía una severidad de moderada a severa de su GAA.

En términos de seguridad, la repetición no generó picos peligrosos de PIO postoperatorios tempranos. Los efectos adversos reportados se limitaron a molestias leves, hiperemia y visión

borrosa transitoria, los cuales resultaron ser totalmente autolimitados y desaparecieron sin secuelas en aproximadamente ocho semanas.

Tabla 2. Resultados de Efectividad de Tratamiento Quirúrgico en Artículos Seleccionados

Autor y año	Tratamiento	Muestra (n)	PIO Basal (mmHg)	PIO Final (mmHg)	Reducción PIO (mmHg)	Efectos Adversos	Conclusión
(Baker et al., 2021)	MicroShunt	395	21.1 ± 4.9	14.3 ± 4.3	↓ 6.8	Eventos adversos tempranos (≤ 3 meses) - Aumento de la PIO requiriendo tratamiento 100 pacientes (25.3%) - Hipotonía 104 pacientes (26.3%) ($P= <0.01$) Eventos adversos tardíos (> 3 meses) - Aumento de la PIO requiriendo tratamiento 130 pacientes (32.9%)	La probabilidad de éxito fue menor con MicroShunt en comparación con la trabeculectomía. Aunque se observaron reducciones en la PIO y en el uso de medicamentos para el glaucoma durante un año en ambos grupos, el grupo de trabeculectomía tuvo una PIO media más baja con menos medicamentos.
	Trabeculectomía	132	21.1 ± 5.0	11.1 ± 4.3	↓ 10.0	Eventos adversos tempranos (≤ 3 meses) - Aumento de la PIO requiriendo tratamiento 100 pacientes 65 pacientes (49.6%) - Hipotonía 63 pacientes (48.1%) ($P= <0.01$) Eventos adversos tardíos (> 3 meses) - Aumento de la PIO requiriendo tratamiento 18 pacientes (13.7%)	
(Panarelli et al., 2024)	MicroShunt	395	21.1 ± 4.9	13.9 ± 3.9	↓ 7.2	- Aumento de la PIO que requiere tratamiento 222 (56.2%) - Hipotonía 122 (30.9%) ($P= <0.0001$) - Empeoramiento del campo visual 73 (18.5%) - Pérdida de ≥ 2 líneas de agudeza visual corregida 56 (14.2%) - Bleb encapsulado 23 (5.8%)	Tanto la trabeculectomía como la implantación de MicroShunt resultaron en una reducción significativa y sostenida de la PIO al cabo de 2 años, siendo la trabeculectomía la que continuó mostrando un mayor éxito quirúrgico según el criterio de valoración principal.
	Trabeculectomía	132	21.1 ± 5.0	10.7 ± 3.7	↓ 10.4	- Aumento de la PIO que requiere tratamiento 73 (55.7%) - Hipotonía 67 (51.1%)	

						• Empeoramiento del campo visual 27 (20.6%) • Pérdida de ≥ 2 líneas de agudeza visual corregida 23 (17.6%) • Bleb encapsulado 3 (2.3%) (P=0.045)	
(Christie et al., 2023)	Implante de Bimatoprost 15 μ g	138	24.38 $\pm$ 2.49	No menciona	↓7.01 a 6.65	• Hiperemia conjuntival 47 ojos (33.3%) • Pérdida de células endoteliales corneadas 18 ojos (12.8%) • Queratitis punteada 18 ojos (12.8%) • Aumento de presión intraocular 16 ojos (11.3%) • Edema corneal 14 ojos (9.9%) • Hemorragia conjuntival 12 ojos (8.5%) • Fotofobia 10 ojos (7.1%)	El implante de Bimatoprost 15 μg demostró no inferioridad estadística y clínica en comparación con la SLT en la reducción de la PIO en pacientes con glaucoma de ángulo abierto hipertensión ocular. Sin embargo, la SLT mostró un perfil de seguridad más favorable, con menos eventos adversos corneales e inflamatorios, y sin eventos adversos oculares graves reportados en los ojos tratados con SLT. El principal problema de seguridad en el estudio fue la pérdida de células endoteliales corneales, que generalmente ocurrió después de múltiples administraciones del implante. Debido a estos efectos adversos, el desarrollo del implante de Bimatoprost en la dosis de 15 μg fue discontinuado. No obstante, la administración única del implante de Bimatoprost 10 μg ha demostrado ser segura y eficaz, con una prolongada duración en la reducción de la PIO, y actualmente está aprobada para el tratamiento de pacientes con glaucoma de ángulo abierto.
	SLT	138	24.45 $\pm$ 2.75	No menciona	↓6.45 a 6.26	• Hiperemia conjuntival 28 ojos (19.9%) • Pérdida de células endoteliales corneadas 18 ojos 2 ojos (1.4%) • Queratitis punteada 14 ojos (9.9%) • Aumento de presión intraocular 14 ojos (9.9%) • Edema corneal 2 ojos (1.4%) • Hemorragia conjuntival 3 ojos (2.1%) • Fotofobia 4ojos (2.8%)	
(Congdon et al., 2023)	DSLT	98	No menciona	No menciona	No menciona	• Menor inflamación postoperatoria en comparación con SLT. • Menos molestias y mejor tolerancia al procedimiento.	La eficacia y seguridad de la SLT han sido ampliamente demostradas en estudios previos, y se ha observado que su uso puede disminuir o incluso

						Menor riesgo de lesión corneal debido a la ausencia de contacto con la córnea.	eliminar la necesidad de medicación hipotensora. Sin embargo, la SLT puede provocar reacciones inflamatorias, como edema macular quístico y, con mayor frecuencia, inflamación en la cámara anterior. Esta inflamación suele ser leve a moderada y transitoria, con una reducción de la intensidad en las primeras 24 horas después del tratamiento y una resolución en la mayoría de los casos en menos de cinco días. Otro posible riesgo es el aumento de la PIO en la fase postoperatoria inmediata, generalmente en las primeras una o dos horas tras el procedimiento, aunque una adecuada selección de pacientes y el tratamiento profiláctico pueden minimizar esta complicación. Por otro lado, la DSLT se realiza sin contacto con la córnea, lo que la convierte en una técnica más rápida y sencilla en comparación con la SLT. Se ha sugerido que DSLT podría ser especialmente útil en pacientes donde las técnicas de contacto presentan dificultades o en aquellos con obstáculos anatómicos, como ángulos iridocorneales estrechos o huesos faciales prominentes. Además, estudios preliminares han demostrado que ambas técnicas logran reducciones similares en la PIO, pero DSLT genera menos lesiones corneales, inflamación y molestias postoperatorias. Entre los principales beneficios de DSLT destacan su rapidez y simplicidad, la menor inflamación
--	--	--	--	--	--	--	---

							postoperatoria y una mayor comodidad para el paciente. Al no requerir el uso de una lente de gonioscopía, este procedimiento tiene el potencial de mejorar el acceso a tratamientos para el glaucoma en todo el mundo.
(Garg et al., 2020)	Repetición de SLT en glaucoma e hipertensión ocular	115 ojos de 90 pacientes	Pre tratamiento 24.5 ± 6.6 2 meses 19.2 ± 3.9 6 meses 19.0 ± 3.9 12 meses 20.8 ± 4.6	SLT inicial 2 meses $\downarrow \bar{x} 5.4$ 6 meses $\downarrow \bar{x} 4.9$ 12 meses $\downarrow \bar{x} 3.6$	SLT Repetido 2 meses $\downarrow \bar{x} 4.3$ 6 meses $\downarrow \bar{x} 4.6$ 12 meses $\downarrow \bar{x} 3.9$ 18 meses $\downarrow \bar{x} 3.9$	No encontramos evidencia de daño causado por la SLT durante el estudio LiGHT. No se observaron picos de PIO mayores a 5 mmHg desde el valor previo al tratamiento a los 60 minutos después del procedimiento, incluso tras la repetición de SLT. No se reportaron eventos adversos que pusieran en riesgo la visión, ya sea después del tratamiento inicial o de la repetición de SLT. Todos los efectos adversos relacionados con el láser (molestias, dolores de cabeza, hiperemia y visión borrosa transitoria) fueron autolimitados y se resolvieron en un plazo de 8 semanas tras el procedimiento.	Estos análisis exploratorios demuestran que la repetición de la SLT puede mantener la PIO en o por debajo del objetivo en ojos con glaucoma de ángulo abierto e hipertensión ocular sin tratamiento previo con medicación, logrando una duración del efecto al menos equivalente a la del láser inicial.

Tabla 3. Resultados de Efectividad de Tratamiento Médico en Artículos Seleccionados

Autor y año	Tratamiento	Muestra (n)	PIO Basal (mmHg)	PIO Final (mmHg)	Reducción PIO (mmHg)	Efectos Adversos	Conclusión
(Stalmans et al., 2023)	Netarsudil 0.02%/Latanoprost 0.005% (NET/LAT; Roclanda®)	218	25.1	15.6	↓9.5	• Hiperemia conjuntival: 67 (30.7%) (p < 0.0001) • Córnea verticillata: 24 (11.0%) (p < 0.0001) • Prurito ocular: 17 (7.8%) (p < 0.0006) • Queratitis punteada: 12 (5.5%) (p = 0.0718, no significativa) • Conjuntivitis alérgica: 11 (5.0%) (p = 0.0057)	En conclusión, los estudios MERCURY muestran que NET/LAT es una opción de tratamiento combinada atractiva y alternativa para el glaucoma de ángulo abierto y la hipertensión ocular. El estudio MERCURY-3 presenta los primeros datos clínicos europeos sobre NET/LAT, obtenidos a partir de una comparación directa a gran escala con BIM/TIM. Al combinar el inhibidor de ROCK netarsudil (que aumenta el drenaje convencional al actuar sobre la disfunción de la malla trabecular) con latanoprost (que aumenta el drenaje no convencional), este estudio demuestra que NET/LAT FDC reduce la PIO en un grado similar al de BIM/TIM.
	Bimatoprost 0.03%/timolol maleate 0.5% (BIM/TIM; Ganfort®)	212	24.8	15.3	↓9.5	• Hiperemia conjuntival: 19 (9.0%) (p < 0.0001) • Córnea verticillata: 0 (0.0%) (p < 0.0001) • Prurito ocular: 2 (0.9%) (p < 0.0006) • Queratitis punteada: 4 (1.9%) (p = 0.0718, no significativa) • Conjuntivitis alérgica: 1 (0.5%) (p = 0.0057)	
(Walters et al., 2022)	NCX 470 (0.021%)	111	26.62±1.66	No menciona	↓7.83	• Hiperemia conjuntival: 12 (10.8%) • Hiperemia ocular: 5 (4.5%) • Prurito ocular: 2 (1.8%) • Queratitis punteada: 1 (0.9%) • Hemorragia conjuntival: 2 (1.8%) • Lagrimeo aumentado: 2 (1.8%)	En conclusión, NCX 470 no fue inferior a latanoprost y fue generalmente bien tolerado en todas las dosis estudiadas. La respuesta dependiente de la dosis sugiere que concentraciones superiores al 0.065% podrían proporcionar una eficacia aún mayor en la reducción de la PIO en futuros ensayos

	NCX 470 (0.042%)	108	26.89±1.99	No menciona	↓7.83	• Hiperemia conjuntival: 24 (22.2%) • Hiperemia ocular: 6 (5.6%) • Prurito ocular: 1 (0.9%) • Hemorragia conjuntival: 1 (0.9%) • Dolor ocular: 1 (0.9%)	clínicos. Por ello, NCX 470 0.065% y una concentración más alta, NCX 470 0.1%, han sido seleccionados para una evaluación clínica adicional en comparación con latanoprost 0.005%.
	NCX 470 (0.0065%)	107	26.80±2.07	No menciona	↓8.67	• Hiperemia conjuntival: 18 (16.8%) • Hiperemia ocular: 6 (5.6%) • Prurito ocular: 1 (0.9%) • Queratitis punteada: 1 (0.9%) • Hemorragia conjuntival: 1 (0.9%) • Lagrimeo aumentado: 1 (0.9%) • Visión borrosa: 1 (0.9%) • Dolor ocular: 2 (1.9%) • Dolor en el sitio de instilación: 12 (11.2%)	
	Latanoprost 0.005%	107	26.68±1.75	No menciona	↓7.43	• Hiperemia conjuntival: 7 (6.5%) • Prurito ocular: 2 (1.9%) • Dolor en el sitio de instilación: 6 (5.6%) • Prurito en el sitio de instilación: 2 (1.9%) • Infección del tracto respiratorio superior: 2 (1.9%)	
(Mrukwa-Kominek et al., 2023)	Bimatoprost 0.01% + Timolol 0.1% (T4030a)	29	24.7±2.3	15.3±2.5	↓9.4±2.6	• Trastornos oculares 4 (13.8%) Blefaritis 1 (3.4%) Eritema del párpado 1 (3.4%) Irritación ocular 1 (3.4%) Prurito ocular 1 (3.4%)	En general, los resultados de este estudio sugieren que las formulaciones oftálmicas sin conservantes T4030a y T4030c son seguras y presentan una buena

						Tinción corneal con colorante vital 1 (3.4%) • Sin eventos adversos sistémicos reportados	eficacia, por lo que podrían considerarse como nuevas opciones potenciales en el manejo terapéutico del glaucoma y la hipertensión ocular.
	Bimatoprost 0.01% + Timolol 0.1% (T4030c)	29	25.5±3.0	16.1±3.4	↓9.4±2.7	• Trastornos oculares 5 (17.2%) Eritema del párpado 1 (3.4%) Alergia ocular 1 (3.4%) Irritación ocular 1 (3.4%) Visión borrosa 2 (6.9%) Tinción corneal con colorante vital 1 (3.4%) • Sin eventos adversos sistémicos reportados.	
	Bimatoprost 0.03% + Timolol 0.5% (Ganfort)	28	24.6±2.1	14.9±2.6	↓9.7±2.6	• Trastornos oculares 6 (21.4%) Blefaritis 1 (3.6%) Irritación ocular 1 (3.6%) Síntoma ocular inespecífico 1 (3.6%) Prurito en los párpados 1 (3.6%) Visión borrosa 1 (3.6%) Hipersensibilidad al producto administrado 1 (3.6%) • Dolor de cabeza 1 (3.6%)	

CAPITULO V: DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1 DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los hallazgos de esta investigación permiten evaluar la efectividad de los tratamientos médicos y los quirúrgicos en términos de reducción de la PIO y su perfil de efectos adversos en pacientes con glaucoma de ángulo abierto. Para ello, se analizaron ocho ensayos clínicos aleatorizados realizados en Europa y EE. UU., los cuales proporcionan evidencia relevante sobre la seguridad y eficacia de estas intervenciones. Permitiendo una comparación integral entre las distintas opciones terapéuticas disponibles.

5.2 Presión Intraocular

En esta sección, se evaluará la efectividad y seguridad de los tratamientos médicos y quirúrgicos, destacando su impacto en la reducción de la PIO. Este análisis busca proporcionar una visión integral que facilite la elección del tratamiento más adecuado según las necesidades y características de cada paciente.

5.2.1 Tratamiento Médico

En los estudios analizados, se observó que Netarsudil/Latanoprost (Roclanda®) y Bimatoprost/Timolol (Ganfort®) lograron reducciones significativas de la PIO. Ambos tratamientos presentando un promedio de disminución de la PIO de 9.5 mmHg. Sin embargo, el Netarsudil/Latanoprost destacó particularmente debido a su mecanismo dual, que combina el aumento del drenaje convencional y no convencional, ofreciendo una opción eficaz en pacientes con glaucoma de ángulo abierto o hipertensión ocular.

Por otro lado, “The Dolomites Study” de Walters et al, (2022) que evaluó el NCX 470 mostró que la reducción de PIO de éste fármaco era dosis dependiente. Presentando disminuciones que variaron entre los 7.83 mmHg y 8.67 mmHg, dependiendo de la concentración utilizada. De

manera más específica, la formulación de 0.065% demostró ser más efectiva al compararla con el Latanoprost 0.005%, que mostró una reducción promedio de 7.43 mmHg. Por lo tanto, estos resultados nos indican que NCX 470 podría ofrecer una alternativa más potente en futuras formulaciones de mayor concentración.

Básicamente los resultados obtenidos por los tratamientos médicos en los estudios evaluados nos reflejan claramente su buena eficacia en la reducción de la PIO, con reducciones que oscilan entre 7.43 mmHg y 9.5 mmHg. En particular, los tratamientos combinados, como Netarsudil/Latanoprost y Bimatoprost/Timolol, que nos ofrecen una efectividad comparable, mientras que formulaciones más innovadoras como NCX 470 demuestran tener el potencial de proporcionar una mayor reducción de la PIO según su dosis.

5.2.2 Tratamiento Quirúrgico

En esta sección, se analizan los cambios en la PIO reportados en los estudios seleccionados, destacando la efectividad de las diferentes modalidades terapéuticas, incluidas las intervenciones quirúrgicas como lo son el MicroShunt y la trabeculectomía, así como tratamientos menos invasivos como la SLT y la DSLT.

Los tratamientos quirúrgicos revisados, en general, demostraron una reducción significativa de la PIO en pacientes con GAA. En este contexto, la trabeculectomía mostró una mayor eficacia en la reducción de la PIO en comparación con el MicroShunt. Específicamente, en los estudios seleccionados, la trabeculectomía logró una disminución promedio de PIO que osciló entre 10.0 mmHg y 10.4 mmHg, mientras que el MicroShunt redujo la PIO entre 6.8 mmHg y 7.2 mmHg. Por lo tanto, estos datos nos sugieren que la trabeculectomía sigue siendo el estándar quirúrgico

para lograr un mayor control de la PIO, aunque con una posible mayor incidencia de efectos adversos relacionados. (Baker et al., 2021; Panarelli et al., 2024)

Por otro lado, el implante de Bimatoprost de 15 µg fue eficaz en la reducción de la PIO, reduciéndola en promedio entre 7.01 mmHg y 6.65 mmHg. De manera similar, este efecto es comparable al alcanzado por la SLT, que mostró una reducción promedio entre 6.45 mmHg y 6.26 mmHg. Así mismo, ambos tratamientos demostraron ser efectivos en pacientes con glaucoma e hipertensión ocular, con la ventaja de que la SLT no requiere intervenciones farmacológicas recurrentes, a diferencia del implante, que puede necesitar múltiples administraciones para mantener el efecto. (Christie et al., 2023)

Aunque no se especificaron diferencias significativas en los niveles de reducción de PIO en los estudios revisados para DSLT, es importante destacar que esta técnica emergente mostró eficacia comparable a la SLT en estudios previos (Congdon et al., 2023). Ambas modalidades lograron mantener reducciones clínicamente significativas en la PIO. Sin embargo, la DSLT, al evitar el contacto directo con la córnea, podría ofrecer ventajas en situaciones específicas, aunque su efectividad aún requiere ser validada con estudios de mayor escala.

En el caso de pacientes tratados con repetición de SLT, se observó que el procedimiento logró mantener reducciones promedio de la PIO equivalentes al tratamiento inicial. Específicamente, las reducciones oscilaron entre 3.9 mmHg y 5.4 mmHg, dependiendo del tiempo de seguimiento (hasta 18 meses). Por consiguiente, estos resultados destacan la eficacia sostenida del SLT repetido como una alternativa viable para mantener el control de la PIO a largo plazo. (Garg et al., 2020)

En síntesis, los datos obtenidos resaltan que los tratamientos quirúrgicos, como la trabeculectomía y el MicroShunt (Baker et al., 2021; Panarelli et al., 2024), son más efectivos en la reducción de la PIO en comparación con los tratamientos menos invasivos como la SLT y la DSLT (Christie et al., 2023; Congdon et al., 2023). No obstante, los tratamientos quirúrgicos también nos presentan una mayor variabilidad en la magnitud de la reducción, dependiendo de las características de cada paciente y de las complicaciones postoperatorias (Panarelli et al., 2024)

5.3 Efectos Secundarios

Los efectos adversos de los tratamientos para el glaucoma y la hipertensión ocular varían ampliamente dependiendo del mecanismo de acción y la vía de administración. En general, los tratamientos médicos presentaron efectos adversos más leves y transitorios, mientras que los procedimientos quirúrgicos pueden implicar complicaciones postoperatorias más severas.

5.3.1 Tratamiento Médico

El análisis de los efectos adversos de los diferentes tratamientos médicos para el glaucoma y la hipertensión ocular revela variaciones significativas en la tolerabilidad de cada opción terapéutica. En el caso de Netarsudil/Latanoprost (Roclanda®) mostró una alta incidencia de hiperemia conjuntival, 30.7%, frente a la combinación de Bimatoprost /Timolol (Ganfort®) que solamente presentó este efecto en 9% de los casos. Este es un efecto adverso esperable de los inhibidores de ROCK atribuido a su capacidad vasodilatadora. (Stalmans et al. (2023)

Esto está respaldado por Asrani et al., (2019), quien en su estudio “*Netarsudil/Latanoprost Fixed-Dose Combination for Elevated Intraocular Pressure: Three-Month Data from a Randomized Phase 3 Trial*” menciona que el efecto adverso ocular más frecuente en los

pacientes tratados con la combinación fija de Netarsudil/Latanoprost y con Netarsudil en monoterapia fue la hiperemia conjuntival, la cual generalmente fue de intensidad leve.

Además, nuevamente en el estudio de Stalmans et al. (2023), con la utilización de Netarsudil 0.02%/Latanoprost 0.005% reportan que el segundo efecto secundario más frecuente, con un 11.0% de los pacientes, fueron los depósitos corneales o córnea verticillata, que puede afectar la transparencia corneal y la calidad visual. En los grupos tratados con netarsudil fue predominantemente bilateral, asintomática y de gravedad leve. Que, en contraste, es un efecto que no se presentó en los pacientes que usaron Bimatoprost 0,03%/Timolol 0,5%.

Es importante considerar que, según Oddone et al. (2015)., el Timolol al ser un betabloqueador, está contraindicado en pacientes con condiciones como bradicardia sinusal, bloqueos cardíacos, insuficiencia cardíaca y EPOC, lo que resalta la necesidad de evaluar cuidadosamente su uso en individuos con estas comorbilidades. Además, el uso de betabloqueadores en pacientes con glaucoma ha sido asociado con una reducción de la presión arterial y la frecuencia cardíaca, lo que refuerza la preocupación sobre su impacto en pacientes con antecedentes cardiovasculares.

Asimismo, Walters et al., (2022) describe como NCX 470, en sus diferentes concentraciones, mostró una incidencia creciente de hiperemia conjuntival conforme aumentaba la dosis, con valores que oscilaban entre 10.8% y 22.2%. En su concentración más alta (0.065%), se observaron efectos adversos adicionales, como dolor en el sitio de instilación (11.2%) y visión borrosa (0.9%), lo que sugiere una posible relación dosis-dependiente en la aparición de reacciones adversas.

En contraste, Latanoprost 0.005% presentó el mejor perfil de tolerabilidad, con una menor incidencia de hiperemia conjuntival (6.5%) lo que indica que este tratamiento podría ser mejor

aceptado por los pacientes en comparación con las formulaciones combinadas o con fármacos que incluyen inhibidores de ROCK. Además, se reafirma en la investigación de Harasymowycz et al., (2021) donde destaca que el cambio a la formulación sin conservantes de latanoprost fue el doble de efectivo que la versión con conservantes para reducir la hiperemia conjuntival.

5.3.2 Tratamiento Quirúrgico

En cuanto al MicroShunt los eventos adversos más comunes incluyen el aumento de la PIO requiriendo tratamiento en un 25.3% a los 3 meses, y un 32.9% después de este período. Además, un 26.3% presentó hipotonía temprana, mientras que un 30.9% reportó hipotonía en el estudio de Panarelli et al. (2024) y entre ellos también menciona efectos como empeoramiento del campo visual en un 18.5%, y pérdida de agudeza visual en un 14.2% de los pacientes.

Inicialmente, se confirma la alta prevalencia del aumento de la PIO, donde en una serie de casos que analiza las complicaciones tempranas del MicroShunt se menciona que las complicaciones más comunes observadas por los autores fueron el aumento de la PIO (Saeed et al., 2022).

No obstante, un estudio titulado *"PreserFlo® MicroShunt: An Overview of This Minimally Invasive Device for Open-Angle Glaucoma"* señala que los efectos adversos tempranos reportados con el uso del MicroShunt de tipo PreserFlo incluyeron hipotonía transitoria, aplanamiento de la cámara anterior y efusión coroidea, los cuales se resolvieron sin necesidad de intervención. Las complicaciones relacionadas con el implante fueron generalmente temporales, autolimitadas o manejables con atención médica. Además, el implante PreserFlo estuvo asociado con una menor incidencia de hipotonía en comparación con las cirugías tradicionales para el glaucoma (Gambini et al., 2022).

Por otro lado, la Trabeculotomía presentó tasas más altas de hipotonía (48.1% a los 3 meses y 51.1% en otro estudio) y de eventos adversos como pérdida de agudeza visual (17.6%) y empeoramiento del campo visual (20.6%).

Además, en cuanto al implante de Bimatoprost 15 μ g se reportaron eventos adversos significativos, como hiperemia conjuntival (33.3%), pérdida de células endoteliales corneales (12.8%), queratitis punteada (12.8%) y edema corneal (9.9%). La mayoría de estos eventos están relacionados con múltiples administraciones del implante.

Así mismo, la SLT mostró un perfil de seguridad más favorable, con hiperemia conjuntival en un 19.9% y eventos menos severos como queratitis punteada (9.9%) y fotofobia (2.8%).

Para complementar lo mencionado previamente, según Song (2016) aunque la SLT es considerada relativamente segura y eficaz, existen complicaciones que pueden presentarse y en algunos casos ser graves. Estas incluyen elevación significativa de la PIO, iritis, hipema, efusión coroidea, edema macular, quemaduras foveales con cicatrices maculares, opacidad corneal y alteraciones en el error refractivo. Además, se destaca la necesidad de realizar más estudios para identificar factores de riesgo asociados con el desarrollo de estas complicaciones, con el fin de advertir a los pacientes con dichos factores sobre los posibles riesgos del procedimiento.

En la misma línea, la DSLT presentó una menor incidencia de inflamación postoperatoria, molestias y riesgo de lesión corneal en comparación con SLT, destacando su potencial como una alternativa mejor tolerada.

Lo anterior es respaldado por estudios como el de Belkin (2024) donde se concluye que la DSLT es un método seguro y eficaz, manteniendo una reducción clínicamente significativa de la PIO

a los 12 meses. Asimismo, se destaca que, ante la creciente aceptación de la trabeculoplastia láser como tratamiento primario, la DSLT se posiciona como una alternativa prometedora para satisfacer la creciente demanda clínica en el manejo del glaucoma, mejorando la accesibilidad a este tipo de terapia.

La repetición de la SLT demostró ser un procedimiento seguro, sin efectos adversos que comprometieran la visión. Aunque algunos pacientes reportaron hiperemia, molestias y visión borrosa transitoria, estos síntomas fueron de corta duración y se resolvieron completamente en un plazo de ocho semanas, lo que sugiere que este procedimiento podría ser una opción bien tolerada en pacientes que requieren un tratamiento láser repetido para el control de la PIO.

Sin embargo, la Fundación de Investigación de Glaucoma (2024) señala que los tratamientos repetidos con SLT podrían no ser tan efectivos como el tratamiento inicial, y la eficacia de las repeticiones continuas del procedimiento eventualmente disminuirá. Algunos especialistas optan por tratar solo la mitad del tejido en la primera sesión y completar el tratamiento en una segunda intervención, lo cual no se considera un tratamiento repetido, sino una continuación del inicial.

Además, si el tratamiento con SLT no logra reducir la PIO de manera efectiva en el primer intento, es improbable que la repetición del procedimiento sea exitosa. En tales casos, se recomienda el uso de medicamentos para glaucoma como alternativa cuando los efectos del tratamiento láser se debilitan con el tiempo (Fundación de Investigación de Glaucoma, 2024).

5.4 Comparación de efectividad del tratamiento médico con el tratamiento quirúrgico

Al comparar la efectividad global de los tratamientos médicos y quirúrgicos en pacientes con glaucoma de ángulo abierto, se observa que ambas estrategias terapéuticas logran reducciones

clínicamente significativas de la PIO, aunque con diferencias en su magnitud, perfil de seguridad y sostenibilidad del efecto a largo plazo.

En términos de reducción de la PIO, los tratamientos médicos en general mostraron descensos que oscilan entre 7.43 mmHg y 9.5 mmHg. Destacaron especialmente las combinaciones Netarsudil/Latanoprost y Bimatoprost/Timolol, ya que ambas presentaron reducciones promedio de 9.5 mmHg, así como el NCX 470, cuyo efecto fue dependiente de la dosis y alcanzó 8.67 mmHg en su concentración de 0.065%.

Por el lado de los tratamientos quirúrgicos, la trabeculectomía presentó la mayor disminución de la PIO entre 10.0 mmHg y 10.4 mmHg, superando al MicroShunt (entre 6.8 mmHg y 7.2 mmHg). Otras alternativas menos invasivas, como el caso del implante de Bimatoprost 15µg y la SLT, lograron reducciones entre 6.2 mmHg y 7.0 mmHg, mientras que la repetición de la SLT mantuvo reducciones de 3.9 mmHg a 5.4 mmHg. La DSLT, aunque todavía requiere mayor cantidad de estudios, mostró una eficacia clínica comparable con la SLT.

Desde el punto de vista de los efectos secundarios, los tratamientos médicos tendieron a presentar reacciones adversas más leves y transitorias. Predominando la hiperemia conjuntival, la córnea verticillata y, en algunos casos, molestias asociadas al sitio de aplicación o que su prevalencia era según la dosis. También es importante conocer las comorbilidades del paciente que puedan hacerlo más propensos a efectos adversos o que del todo contraindiquen el uso de ese fármaco, como el caso de algún paciente asmático con el Timolol. En cambio, los tratamientos quirúrgicos evidenciaron mayor frecuencia de complicaciones postoperatorias y de eventos potencialmente más severos, entre ellos hipotonía, incremento de la PIO, pérdida de

agudeza visual, empeoramiento del campo visual, edema corneal y así como complicaciones inflamatorias o estructurales.

5.5 Otras consideraciones

Los datos analizados permiten afirmar que los procedimientos quirúrgicos, especialmente la Trabeculectomía, pueden ofrecer una mayor reducción de la PIO, pero a costa de un perfil de riesgo más complejo. Los tratamientos médicos muestran una eficacia importante con una mejor tolerabilidad general. La decisión terapéutica debe individualizarse según perfil de riesgo y tolerancia. Los resultados no apoyan una superioridad absoluta de una sólo estrategia. Más bien sugieren que la selección del abordaje va a depender de múltiples variables como la presión meta según la severidad del glaucoma, comorbilidades, tolerancia ocular o sistémica, y la capacidad del paciente para sostener un tratamiento prolongado.

Dentro de los tratamientos médicos, no todas las opciones ofrecen el mismo equilibrio entre eficacia y tolerabilidad. Algunas combinaciones farmacológicas, como Netarsudil/Latanoprost y Bimatoprost/Timolol, destacan por tener una reducción más marcada de la PIO. Mientras que otros fármacos muestran mejor perfil de tolerabilidad, como la monoterapia con Latanoprost 0.005% ya que fue el que presentó la menor incidencia de efectos adversos. Con esto nos damos cuenta de que no es sólo médico versus quirúrgico, también existe variabilidad de efectividad y seguridad dentro de las propias categorías.

También desde el punto de vista de la efectividad podemos ver cómo influye indirectamente la tolerabilidad. Ya que a pesar de que un tratamiento pueda ser más efectivo que otro en PIO, si el paciente no tolera o sus efectos secundarios son los suficientemente molestos, va a tener una

pobre adherencia. Y ésta mejor adherencia debido a una mejor tolerabilidad puede traducirse en mejor control real a largo plazo, aunque en teoría otro tratamiento sea más potente.

Dentro de los abordajes quirúrgicos también hay gradaciones de riesgo-beneficio. No toda cirugía se comporta igual. Tenemos cirugías que parecen ser más agresivas, pero más eficaces; otros, como técnicas láser, sugieren perfiles de seguridad más favorables, aunque con resultados tensionales menos extremos. También se presenta la posibilidad de la repetición de la SLT, donde el éxito de repetirla depende en parte de la respuesta obtenida con la primera intervención. Esto también permite inferir que el tratamiento quirúrgico no debe verse como un bloque uniforme, sino como un abanico de alternativas.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Tanto el tratamiento médico como el quirúrgico demuestran ser altamente efectivos para el manejo del glaucoma de ángulo abierto en adultos, pero en general presentan una relación inversamente proporcional entre su potencia reductora de la presión intraocular (PIO) y su perfil de seguridad. Se puede concluir que ninguna estrategia por sí sola es absolutamente superior en todos los escenarios; más bien, actúan como modalidades complementarias. La intervención quirúrgica es claramente el abordaje más potente para reducir la PIO, mientras que el tratamiento farmacológico ofrece el mejor balance de seguridad y tolerabilidad, consolidándose así como la opción principal y más segura para ser la primera línea de manejo.

Al evaluar los cambios en la PIO, se determina que los procedimientos quirúrgicos, liderados por la trabeculectomía, consiguen unas disminuciones tensionales más drásticas. Por su parte, la terapia médica (mediante análogos de prostaglandinas, inhibidores de ROCK o combinaciones fijas) y las alternativas láser menos invasivas (como la SLT y DSLT) logran reducciones más moderadas, pero clínicamente suficientes para ralentizar la progresión de la enfermedad de manera exitosa en una gran proporción de pacientes.

Respecto a la identificación de los efectos adversos, se concluye que existe una marcada discrepancia en el nivel de riesgo de ambas terapias. El abordaje médico se asocia predominantemente con reacciones adversas locales, de carácter leve y transitorio (tales como hiperemia conjuntival o dolor en el sitio de aplicación), que rara vez amenazan la visión. En marcado contraste, las intervenciones quirúrgicas conllevan un riesgo considerablemente mayor de presentar complicaciones postoperatorias graves y duraderas, destacando la hipotonía severa y la alteración de la agudeza visual.

La comparación global de la efectividad evidencia que la superioridad hipotensora de la cirugía exige asumir una mayor carga de morbilidad ocular. Por lo tanto, la efectividad clínica real radica en un enfoque terapéutico escalonado: el tratamiento médico es la opción más efectiva y conveniente para la mayoría de los casos estables, reservando la alta eficacia quirúrgica para aquellos pacientes con progresión documentada donde la terapia conservadora fracasa, la severidad del daño exige metas de presión sumamente bajas o el paciente no logra tolerar los efectos secundarios del fármaco.

6.2 RECOMENDACIONES

- Individualizar la selección del plan terapéutico de cada paciente, evaluando cuidadosamente la severidad de su glaucoma, la presión intraocular meta, las comorbilidades (tanto oculares como sistémicas) y la tolerancia a los efectos adversos, evitando aplicar un protocolo estandarizado rígido para todos los casos.
- Implementar un enfoque terapéutico escalonado en los centros de salud, iniciando el manejo con tratamientos médicos o procedimientos menos invasivos (como la Trabeculoplastia Láser Selectiva) y avanzar hacia las cirugías incisionales únicamente ante la progresión de la enfermedad o el fracaso de la terapia inicial.
- Estandarizar protocolos de monitoreo postoperatorio y farmacológico estrictos, instaurando seguimientos regulares que permitan detectar y tratar de manera precoz las complicaciones postquirúrgicas, efectos adversos o la falta de adherencia al tratamiento médico, minimizando así el riesgo de ceguera irreversible.
- Incentivar la prescripción de fármacos de nueva generación o formulaciones sin conservantes en pacientes que presenten mala tolerancia o problemas de superficie

ocular, con la finalidad de disminuir la tasa de efectos adversos locales y asegurar la adherencia al tratamiento a largo plazo.

- Fomentar el desarrollo de ensayos clínicos controlados que cuenten con periodos de seguimiento más prolongados (superiores a los dos años), con el fin de solventar el vacío de información que existe sobre la durabilidad real de los efectos a largo plazo y las complicaciones tardías de los nuevos dispositivos de drenaje y combinaciones farmacológicas.
- Promover la realización de estudios epidemiológicos y ensayos clínicos a nivel local en Costa Rica, ya que hay un vacío de información incluso mayor; esto nos permitiría adaptar mejor las guías terapéuticas internacionales a las características demográficas y a los recursos del sistema de salud nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abouhussein, M. A. (2016). Micropulse laser trabeculoplasty for open-angle glaucoma. Delta Journal of Ophthalmology, 17(2), 80. <https://doi.org/10.4103/1110-9173.189472>

Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios. (s. f.). *FICHA TECNICA ROCLANDA 50 MICROGRAMOS/ML + 200 MICROGRAMOS/ML COLIRIO EN SOLUCION*. Recuperado 5 de febrero de 2025, de https://cima.aemps.es/cima/dochtml/ft/1201502001/FT_1201502001.html

American Academy of Ophthalmology. (2020). Glaucoma: Basic and Clinical Science Course (Section 10). American Academy of Ophthalmology.

American Academy of Ophthalmology. (2023). 2023-2024 Basic and Clinical Science Course, Section 02: Fundamentals and Principles of Ophthalmology. American Academy of Ophthalmology.

Área Oftalmológica Avanzada - departamento de oftalmología del Institut Universitari Dexeus. (2022, 15 febrero). Trabeculectomía, Guía a la Cirugía | Área Oftalmológica Avanzada. Área Oftalmológica Avanzada. <https://areaoftalmologica.com/glaucoma/operacion/trabeculectomia/>

Arzuaga Hernández, E., Fumero González, F. Y., Batista Peña, M., Domínguez Randulfe, M., & Pérez Rangel, Y. (2021). Novedades del glaucoma en tiempos de COVID-19. Revista Cubana de Oftalmología, 34(4), e1216. Epub 15 de enero de 2022. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762021000400011&lng=es

- Asrani, S., Robin, A. L., Serle, J. B., Lewis, R. A., Usner, D. W., Kopczynski, C. C., Heah, T., Ackerman, S. L., Alpern, L. M., Asrani, S., Bashford, K., Bluestein, E. C., Boyce, J. D., Branch, J. D., Brubaker, J. W., Christie, W. C., Cohen, J. S., Collins, N. M., Corin, S. M., ... Zaman, F. (2019). Netarsudil/Latanoprost Fixed-Dose Combination for Elevated Intraocular Pressure: Three-Month Data from a Randomized Phase 3 Trial. *American Journal of Ophthalmology*, 207, 248-257. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2019.06.016>
- Baker, N. D., Barnebey, H. S., Moster, M. R., Stiles, M. C., Vold, S. D., Khatana, A. K., Flowers, B. E., Grover, D. S., Strouthidis, N. G., & Panarelli, J. F. (2021). Ab-Externo MicroShunt versus Trabeculectomy in Primary Open-Angle Glaucoma: One-Year Results from a 2-Year Randomized, Multicenter Study. *Ophthalmology*, 128(12), 1710-1721. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2021.05.023>
- Baviera, C., & Baviera, C. (2024, 22 abril). Trabeculectomía para glaucoma: ¿en qué consiste la cirugía? Blog de Clínica Baviera. <https://www.clinicabaviera.com/blog/trabeculectomia-que-es-y-para-que-sirve/>
- Belamkar, A., Harris, A., Zukerman, R., Siesky, B., Oddone, F., Verticchio Vercellin, A., & Ciulla, T. A. (2022). Sustained release glaucoma therapies: Novel modalities for overcoming key treatment barriers associated with topical medications. *Annals of Medicine*, 54(1), 343–358. <https://doi.org/10.1080/07853890.2021.1955146>
- Christie, W. C., Basha, M. M., Ho, Q., Kim, K., Craven, E. R., & Kolko, M. (2023). Phase 3, Randomized Study Comparing Intracameral Bimatoprost Implant 15 µg and Selective Laser Trabeculectomy in Patients with Open-Angle Glaucoma or Ocular Hypertension.

Clinical Ophthalmology (Auckland, N.Z.), 17, 3023-3036.
<https://doi.org/10.2147/OPTH.S427976>

Chuck, R. S., Dunn, S. P., Flaxel, C. J., Gedde, S. J., Mah, F. S., Miller, K. M., Wallace, D. K., & Musch, D. C. (2020). Comprehensive adult medical eye evaluation: Preferred practice pattern®. American Academy of Ophthalmology. <https://www.aao.org/preferred-practice-pattern/comprehensive-adult-medical-eye-evaluation-ppp-2020>

Congdon, N., Azuara-Blanco, A., Solberg, Y., Traverso, C. E., Iester, M., Cutolo, C. A., Bagnis, A., Aung, T., Fudemberg, S. J., Lindstrom, R., Samuelson, T., Singh, K., Blumenthal, E. Z., & Gazzard, G. (2023). Direct selective laser trabeculoplasty in open angle glaucoma study design: A multicentre, randomised, controlled, investigator-masked trial (GLAUrious). *The British Journal of Ophthalmology*, 107(1), 62-65.
<https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2021-319379>

DE, D. M. I. D. L., LEÓN, D., & LÓPEZ, D. A. G. (2017). Selective laser trabeculoplasty vs micropulse laser trabeculoplasty for the treatment of open angle glaucoma and ocular hypertension. *International Journal of Research*, 14(1), 2307-2083.
https://www.researchgate.net/profile/Jose_Francisco_Ortega-Santana/publication/380459060_SELECTIVE_LASER TRABECULOPLASTY VS MICROPULSE LASER TRABECULOPLASTY FOR THE TREATMENT OF OPEN ANGLE GLAUCOMA AND OCULAR HYPERTENSION/links/663cf77f3524304153852d75/SELECTIVE-LASER-TRABECULOPLASTY-VS-MICROPULSE-LASER-TRABECULOPLASTY-FOR-THE-TREATMENT-OF-OPEN-ANGLE-GLAUCOMA-AND-OCULAR-HYPERTENSION.pdf

Dietze, J., Blair, K., Zeppieri, M., & Havens, S. J. (2024). Glaucoma. In StatPearls. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538217/>

European Glaucoma Society Terminology and Guidelines for Glaucoma, 5th Edition. (2021).

The British journal of ophthalmology, 105(Suppl 1), 1–169.

<https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2021-egsguidelines>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34675001/>

Fundación de Investigación de Glaucoma. (2024). *Trabeculoplastia Láser Selectiva: 10*

Preguntas Frecuentes. [https://glaucoma.org/es/articles/trabeculoplastia-laser-selectiva-](https://glaucoma.org/es/articles/trabeculoplastia-laser-selectiva-10-preguntas-frecuentes)

[10-preguntas-frecuentes](https://glaucoma.org/es/articles/trabeculoplastia-laser-selectiva-10-preguntas-frecuentes)

Garg, A., Vickerstaff, V., Nathwani, N., Garway-Heath, D., Konstantakopoulou, E., Ambler,

G., Bunce, C., Wormald, R., Barton, K., Gazzard, G., Adeleke, M., Ambler, G., Barton,

K., Bourne, R., Broadway, D., Bunce, C., Buszewicz, M., Crabb, D., Davis, A., ... Zhu,

H. (2020). Efficacy of Repeat Selective Laser Trabeculoplasty in Medication-Naive

Open-Angle Glaucoma and Ocular Hypertension during the LiGHT Trial.

Ophthalmology, 127(4), 467-476. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2019.10.023>

Gazzard, G., Konstantakopoulou, E., Garway-Heath, D., Garg, A., Vickerstaff, V., Hunter, R.,

Ambler, G., Bunce, C., Wormald, R., Nathwani, N., Barton, K., Rubin, G., Morris, S.,

& Buszewicz, M. (2019). Selective laser trabeculoplasty versus drops for newly

diagnosed ocular hypertension and glaucoma: the LiGHT RCT. Health technology

assessment (Winchester, England), 23(31), 1–102. <https://doi.org/10.3310/hta23310>

GBD 2019 Blindness and Vision Impairment Collaborators, & Vision Loss Expert Group of the Global Burden of Disease Study (2020). Causes of blindness and vision impairment in 2020 and trends over 30 years, and prevalence of avoidable blindness in relation to VISION 2020: the Right to Sight: an analysis for the Global Burden of Disease Study. The Lancet. Global health, 9(2), e144–e160. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(20\)30489-7](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30489-7)

Gedde, S. J., Lind, J. T., Wright, M. M., Chen, P. P., Muir, K. W., Vinod, K., Li, T., & Mansberger, S. L. (2020). Primary Open-Angle glaucoma suspect Preferred Practice Pattern®. Ophthalmology, 128(1), P151-P192. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2020.10.023>

Greslechner, R., & Spiegel, D. (2019). Die Lasertrabekuloplastis in der modernen Glaukomtherapie - ein Überblick [Laser Trabeculoplasty in Modern Glaucoma Therapy - a Review]. Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde, 236(10), 1192-1200. <https://doi.org/10.1055/a-0577-7925>

Guijo, D. C. R. (2022, 13 julio). Operación de Glaucoma: ¿qué es una trabeculectomía y cuando se usa? Blog Instituto Oftalmológico Fernández Vega. <https://fernandez-vega.com/blog/operacion-glaucoma-una-trabeculectomia-casos-se-utiliza/>

Gutiérrez Martín, L. C. (2023). Actualización en el diagnóstico y tratamiento del glaucoma normotensivo. Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología, 98(6), 344–350. <https://doi.org/10.1016/j.oftal.2023.04.005>

- Hamui-Sutton, A. (2013). Un acercamiento a los métodos mixtos de investigación en educación médica. *Investigación en educación médica*, 2(8), 211-216.
- Harasymowycz, P., Hutnik, C., Rouland, J.-F., Negrete, F. J. M., Economou, M. A., Denis, P., & Baudouin, C. (2021). Preserved Versus Preservative-Free Latanoprost for the Treatment of Glaucoma and Ocular Hypertension: A Post Hoc Pooled Analysis. *Advances in Therapy*, 38(6), 3019-3031. <https://doi.org/10.1007/s12325-021-01731-9>
- Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education, Año de edición: 2018, ISBN: 978-1-4562-6096-5
- Inga Samaniego, J., Mantari Laureano, J., Chávez Ávila, F., & Charca Mamani, S. (2017). Beneficios y riesgos de dispositivos de drenaje para tratamiento de glaucoma. *Revista Cubana de Oftalmología*, 30(2), 1-12. Recuperado en 01 de julio de 2024, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762017000200011&lng=es&tlng=es
- Jean, I. S., José, M. L., Francisco, C. Á., & Samuel, C. M. (2017). Beneficios y riesgos de dispositivos de drenaje para tratamiento de glaucoma. *Revista Cubana de Oftalmología*, 30(2), 1-12. Recuperado en 01 de julio de 2024, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762017000200011&lng=es&tlng=es

- Kang, J. M., & Tanna, A. P. (2021). Glaucoma. *The Medical clinics of North America*, 105(3), 493–510. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2021.01.004>
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33926643/>
- Larco, A., Román, K., & Runzer-Colmenares, F. M. (2020). Factores asociados a la falta de adherencia de tratamiento en pacientes con glaucoma. *Anales de la Facultad de Medicina*, 81(3), 285-293. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832020000300285&lng=es . <https://doi.org/10.15381/anales.v81i3.19464>
- Li, T., Lindsley, K., Rouse, B., Hong, H., Shi, Q., Friedman, D. S., Wormald, R., & Dickersin, K. (2016). Comparative Effectiveness of First-Line Medications for Primary Open-Angle Glaucoma: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *Ophthalmology*, 123(1), 129–140. <https://doi.org/10.1016/j.opthta.2015.09.005>
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26526633/>
- Mahabadi, N., Zeppieri, M., & Tripathy, K. (2024). Open Angle Glaucoma. [actualizado 2024 Marzo 7]. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Enero-. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441887/>
- McKinney, J. K., & Turbert, D. (Eds.). (2024, February 16). Guía de medicamentos para pacientes con glaucoma. American Academy of Ophthalmology. <https://www.aao.org/salud-ocular/medicamentos/glaucoma-medicamento-en-gotas-ofthalmicas>

- Mescher, A. L. (2021). Junqueira's basic histology: Text and atlas (16.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & The PRISMA Group. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Mohan, N., Chakrabarti, A., Nazm, N., Mehta, R., & Edward, D. P. (2022). Newer advances in medical management of glaucoma. *Indian journal of ophthalmology*, 70(6), 1920–1930. https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_2239_21
- Montero Castillo, V., Vividea García, B., & González Ramírez, D. (2023). Generalidades de glaucoma en adultos. *Revista De La Facultad De Medicina De La Universidad De Iberoamérica*, 1(1), 35–42. <https://doi.org/10.54376/rcmui.v1i1.171>
- Mrukwa-Kominek, E., Misiuk-Hojlo, M., Csutak, A., Stalmans, I., & Garhofer, G. (2023). A randomized clinical trial comparing three fixed combinations of bimatoprost with timolol in patients with open-angle glaucoma or ocular hypertension. *Current Medical Research and Opinion*, 39(5), 775-783. <https://doi.org/10.1080/03007995.2023.2197496>
- Munayco-Guillén, F., Valderrama-Albino, V., Campos-Dávila, B., Loayza-Gamboa, W., Bauman-Rivera, K., & Malaver-Sandoval, D. (2018). Implante de válvula de Ahmed vía pars plana para el manejo del glaucoma uveítico refractario. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172018000300007

Netter, F. H. (2019). Atlas de anatomía humana (7.^a ed.). Elsevier España, S.L.U.

Noguera, I. B. (2021, 24 noviembre). El efecto Venturi: Importancia y aplicaciones. Ingeniería Química Reviews. <https://www.ingenieriaquimicareviews.com/2020/08/efecto-venturi.html>

Oddone, F., Rossetti, L., Tanga, L., Berardo, F., Ferrazza, M., Michelessi, M., Roberti, G., Manni, G., & Centofanti, M. (2015). Effects of Topical Bimatoprost 0.01% and Timolol 0.5% on Circadian IOP, Blood Pressure and Perfusion Pressure in Patients with Glaucoma or Ocular Hypertension: A Randomized, Double Masked, Placebo-Controlled Clinical Trial. *PLOS ONE*, 10(10), e0140601. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140601>

Organización Mundial de la Salud. (2019). World report on vision. Organización Mundial de la Salud. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/328717/9789241516570-eng.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (2022). Blindness and visual impairment. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: Una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>

- Panarelli, J. F., Moster, M. R., Garcia-Feijoo, J., Flowers, B. E., Baker, N. D., Barnebey, H. S., Grover, D. S., Khatana, A. K., Lee, B., Nguyen, T., Stiles, M. C., Sadruddin, O., & Khaw, P. T. (2024). Ab-Externo MicroShunt versus Trabeculectomy in Primary Open-Angle Glaucoma: Two-Year Results from a Randomized, Multicenter Study. *Ophthalmology*, 131(3), 266-276. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2023.09.023>
- Petitto, C. M. C., & De Gregorio Casale, J. (2015). Uso de ibopamina como test de provocación en el diagnóstico de glaucoma. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 34(4), 65-69. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-02642015000400005&lng=es
- Rhee, D. J. (2023, 12 abril). Glaucoma primario de ángulo abierto. Manual MSD Versión Para Profesionales. <https://www.msdmanuals.com/es-cr/professional/trastornos-of%C3%A1lmicos/glaucoma/glaucoma-primario-de-%C3%A1ngulo-abierto>
- Rolim-de-Moura, C. R., Paranhos Jr, A., Loutfi, M., Burton, D., Wormald, R., & Evans, J. R. (2022). Laser trabeculoplasty for open-angle glaucoma and ocular hypertension. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2022(8), CD003919. Recuperado de <https://www.cochranelibrary.com/es/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD003919.pub3/full/es#CD003919-sec-0040>
- Ross, M. H., & Pawlina, W. (2020). *Histología: Texto y atlas: Correlación con biología celular y molecular* (8.^a ed.). Wolters Kluwer. DOI:10.26641/1997-9665.2019.4.76-89

- Salmon, J. F. (2025). Kanski's clinical ophthalmology: A systematic approach (10th ed.). Elsevier. ISBN: 978-0-443-11099-3. Recuperado de <https://medicaldivisionbooks.com/wp-content/uploads/2025/08/KANSKI-1.pdf>
- Schuster, A. K., Erb, C., Hoffmann, E. M., Dietlein, T., & Pfeiffer, N. (2020). The Diagnosis and Treatment of Glaucoma. *Deutsches Arzteblatt international*, 117(13), 225–234. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2020.0225>
- Sgarbossa, N., Ibáñez Cobaisse, M., González Cianciulli, G., Bracchiglione, J., & Franco, J. V. A. (2022). Revisiones sistemáticas: conceptos clave para profesionales de la salud. *Medwave*, 22(9), 2622. <https://www.medwave.cl/revisiones/metodoinvestreport/2622.html#:~:text=El%20Instituto%20de%20Medicina%20de,de%20estudios%20similares%20pero%20separados>
- Shamseer, L., Moher, D., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., ... & Stewart, L. A. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015: elaboration and explanation. *BMJ*, 349, g7647. <https://doi.org/10.1136/bmj.g7647>
- Song, J. (2016). Complications of selective laser trabeculoplasty: A review. *Clinical Ophthalmology (Auckland, N.Z.)*, 10, 137-143. <https://doi.org/10.2147/OPTH.S84996>
- Stalmans, I., Lim, K. S., Oddone, F., Fichtl, M., Belda, J. I., Hommer, A., Laganovska, G., Schweitzer, C., Voykov, B., Zarnowski, T., & Holló, G. (2023). MERCURY-3: A randomized comparison of netarsudil/latanoprost and bimatoprost/timolol in open-angle glaucoma and ocular hypertension. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental*

Ophthalmology = *Albrecht von Graefes Archiv Fur Klinische Und Experimentelle Ophthalmologie*, 262(1), 179-190. <https://doi.org/10.1007/s00417-023-06192-0>

Wagner, I. V., Stewart, M. W., & Dorairaj, S. K. (2022). Updates on the Diagnosis and Management of Glaucoma. *Mayo Clinic proceedings. Innovations, quality & outcomes*, 6(6), 618–635. <https://doi.org/10.1016/j.mayocpiqo.2022.09.007>

Walters, T. R., Kothe, A. C., Boyer, J. L., Usner, D. W., Lopez, K., Duquesroix, B., Fechtner, R. D., & Navratil, T. (2022). A Randomized, Controlled Comparison of NCX 470 (0.021%, 0.042%, and 0.065%) and Latanoprost 0.005% in Patients With Open-angle Glaucoma or Ocular Hypertension: The Dolomites Study. *Journal of Glaucoma*, 31(6), 382-391. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000002030>

GLOSARIO Y ABREVIATURAS

1. DCT; Tonómetro de contorno dinámico de Pascal.
2. DSLT; Trabeculoplastía láser selectiva directa.
3. GAA; Glaucoma ángulo abierto.
4. GAT; Tonometría de Aplanamiento de Goldman.
5. GPAA; Glaucoma primario de ángulo abierto.
6. GPAC; Glaucoma primario de ángulo cerrado.
7. GSAA; Glaucoma secundario ángulo abierto.
8. GSAC; Glaucoma secundario de ángulo cerrado.
9. HA; Humor acuoso.
10. IAC; Inhibidores de la anhidrasa carbónica.
11. IMAO; Inhibidores de la mono aminoxidasa.
12. MIGS; Microdispositivo de drenaje.
13. NCT; Tonómetro sin contacto.
14. OAG; Glaucoma de ángulo abierto.
15. OCT; Tomografía de coherencia óptica.
16. OHT; Hipertensión ocular.
17. PEX; Síndrome de pseudoexfoliación.
18. PIO; Presión intraocular.
19. ROCK: Rho-quinasa.
20. SLT; Trabeculoplastía láser selectiva.
21. TLA; Trabeculoplastía con láser de argón.
22. TLS; Trabeculoplastía laser selectiva.

ANEXOS

Anexo 1. *Plan piloto con lista de cotejo*

Titulo: *A randomized clinical trial comparing three fixed combinations of bimatoprost with timolol in patients with open-angle glaucoma or ocular hypertension (Mrukwa-Kominek et al., 2023).*

Criterio de inclusión	Lo posee	No lo posee
Estudios centrados en población adulta con glaucoma de ángulo abierto.	x	
Ensayo clínico controlado aleatorio	x	
Estudios realizados en países de Europa.	x	
Publicaciones en inglés.	x	
Artículo que aborde tratamiento médico o quirúrgico del glaucoma de ángulo abierto	x	
Artículos de acceso abierto.	x	
Estudios centrados en población adulta con glaucoma de ángulo abierto.	x	

Fuente: elaboración propia, 2026.

Anexo 2. Ficha de Lectura Crítica de Artículos Seleccionados

CITA ABREVIADA	ESTUDIO	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	MÉTODO	RESULTADOS	CONCLUSIONES	CALIDAD DEL ESTUDIO
(Mrukwa-Kominek et al., 2023)	Diseño: Ensayo clínico aleatorizado, multicéntrico y de fase II, con tres grupos paralelos y enmascaramiento del investigador. Objetivos: Evaluar la eficacia y seguridad de dos formulaciones sin conservantes de bimatoprost/timolol en gel en comparación con una formulación estándar en solución acuosa en pacientes con glaucoma de ángulo abierto o hipertensión ocular. Localización y periodo de realización: Realizado en 24 centros en Austria, Bélgica, Hungría y Polonia, con un periodo de 120 semanas de seguimiento.	Población: Sí, la población objeto de estudio está compuesta por pacientes adultos con glaucoma de ángulo abierto o hipertensión ocular, que cumplen con criterios de inclusión y exclusión. Intervención: Sí, la intervención consiste en la administración de dos formulaciones sin conservantes de bimatoprost/timolol en gel comparadas con una formulación estándar en solución acuosa, evaluando su eficacia y seguridad en la reducción de la presión intraocular. Comparación: Sí, la intervención de administración de formulaciones sin conservantes de bimatoprost en gel: T4030a: 0.03%/timolol 0.5% (Ganfort®), utilizada para evaluar su eficacia y seguridad en relación con las formulaciones en gel sin conservantes. Resultados analizados: Sí, los efectos que se quieren estudiar son la reducción de la presión intraocular (PIO) como medida de eficacia y seguridad/tolerabilidad de las formulaciones, evaluando la presencia de eventos	Nº participantes/grupo: El estudio incluyó un total de 561 participantes, distribuidos en tres grupos: T4030a (Bimatoprost 0.01%/Timolol 0.1%): 187 participantes T4030c (Bimatoprost 0.01%/Timolol 0.5%): 186 participantes Ganfort® (Bimatoprost 0.03%/Timolol 0.5%): 188 participantes Intervención grupo experimental: Sí, la intervención experimental consistió en la administración de formulaciones sin conservantes de bimatoprost/timolol en gel: T4030a: 0.03%/timolol 0.5% Bimatoprost 0.01% / Timolol 0.1% en gel. T4030c: Bimatoprost 0.01% / Timolol 0.5% en gel. Ambas formulaciones fueron comparadas con Ganfort® (Bimatoprost 0.03%/ Timolol 0.5%) en solución acuosa.	Efectos clínicos beneficiosos: Sí, se especifican los efectos clínicos beneficiosos de la intervención evaluada, principalmente en la reducción de la presión intraocular (PIO). Magnitud del efecto: T4030a (Bimatoprost 0.01%/Timolol 0.1%): Reducción de 9.8 ± 2.1 mmHg. T4030c (Bimatoprost 0.01%/Timolol 0.5%): Reducción de 10.1 ± 2.5 mmHg. Ganfort® (Bimatoprost 0.03%/Timolol 0.5%): Reducción de 10.0 ± 2.8 mmHg. Significación estadística: No se encontraron diferencias estadísticas entre los tres grupos en cuanto a la reducción de la PIO, lo que indica que las formulaciones en gel sin conservantes fueron no inferiores a la formulación estándar en solución acuosa.	Las conclusiones del estudio indican que las formulaciones sin conservantes de bimatoprost/timolol en gel fueron igualmente eficaces en la reducción de la presión intraocular (PIO) en comparación con la formulación estándar en solución acuosa (Ganfort®). Además, demostraron un perfil de seguridad similar, con efectos adversos leves y transitorios. Estos hallazgos sugieren que las formulaciones en gel pueden ser una alternativa efectiva y bien tolerada para el tratamiento del glaucoma de ángulo abierto y la hipertensión ocular, con la exposición a conservantes.	ALTA

		adversos.	solución acuosa, utilizado como comparador estándar para evaluar la eficacia y seguridad de las formulaciones en gel sin conservantes.	Efectos adversos: Sí, se describen los efectos adversos observados en los participantes del estudio. Método enmascaramiento: Sí, el enmascaramiento se realizó de forma adecuada mediante un diseño enmascaramiento del investigador, lo que significa que los investigadores evaluaron los resultados no conocían la asignación de los participantes a los diferentes grupos de tratamiento. Pérdidas post-aleatorización: Sí, se produjeron pérdidas post-aleatorización en los tres grupos de tratamiento: T4030a (Bimatoprost 0.01%/Timolol 0.1%): 15 participantes discontinuaron el estudio. T4030c (Bimatoprost 0.01%/Timolol 0.5%): 19 participantes discontinuaron el estudio. Ganfort® (Bimatoprost 0.03%/Timolol 0.5%): 14 participantes discontinuaron el estudio. Causas de la discontinuación: Eventos adversos relacionados con el tratamiento. Falta de eficacia percibida por los participantes. Retiro del consentimiento por		
--	--	-----------	--	---	--	--

			decisión personal. Pérdida de seguimiento durante el período de estudio.		
--	--	--	---	--	--

CITA ABREVIADA	ESTUDIO	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	MÉTODO	RESULTADOS	CONCLUSIONES	CALIDAD DEL ESTUDIO
(Walters et al., 2022)	Diseño: Ensayo clínico aleatorizado, controlado, de grupos paralelos, de respuesta a dosis enmascarado?. Objetivos: Comparar la seguridad y eficacia de diferentes concentraciones de NCX 470 (0.021%, 0.042% y 0.065%) con latanoprost 0.005% en la reducción de la presión intraocular (PIO) en pacientes con glaucoma ángulo abierto (OAG) hipertensión ocular (OHT)?. Localización y periodo de realización: Ubicación: Realizado en 25 centros clínicos en Estados Unidos. Período: Se reclutaron pacientes desde agosto de 2018 hasta agosto de 2019?.	Población: Pacientes entre 18 y 85 años con diagnóstico de OAG o OHT en ambos ojos. IOP inicial ≥ 24 mmHg a las 8:00 AM, ≥ 24 mmHg a las 10:00 AM y ≥ 22 mmHg a las 4:00 PM. No debían haber tenido cirugía y previa de glaucoma en otras condiciones oculares significativas?. Intervención: Administración de NCX 470 en tres concentraciones (0.021%, 0.042% y 0.065%) una vez al día por la noche?. Comparación: Administración de latanoprost 0.005%, el tratamiento estándar para la reducción de PIO?. Resultados analizados: Reducción de la PIO media diurna a las semanas 1, 2 y 4. Seguridad y tolerabilidad de NCX 470 en comparación con latanoprost. Eventos adversos y su frecuencia?. Tiempo de	Nº participantes/grupo: NCX 470 0.021%: 111 pacientes NCX 470 0.042%: 108 pacientes NCX 470 0.065%: 107 pacientes Latanoprost 0.005%: 107 pacientes Total: 433 pacientes?. Intervención grupo experimental: NCX 470 en diferentes concentraciones (0.021%, 0.042% y 0.065%), administrado una vez al día por la noche?. Intervención grupo control: Latanoprost 0.005%, administrado una vez al día por la noche?. Método enmascaramiento: Sí, doble enmascaramiento. Ni los pacientes ni los investigadores conocían la asignación del tratamiento?. Pérdidas post aleatorización: Sí	Efectos clínicos beneficiosos: NCX 470 0.042% y 0.065% fueron más efectivos que latanoprost, con una reducción adicional de hasta 1.4 mmHg?. Efectos adversos: Sí, el evento adverso más común fue hiperemia conjuntival: NCX 470 0.021%: 10.8% NCX 470 0.042%: 22.2% NCX 470 0.065%: 16.8% Latanoprost: 6.5%?.	NCX 470 mostró reducciones de PIO dependientes de la dosis. Las concentraciones de 0.042% y 0.065% fueron significativamente más efectivas que latanoprost?.	ALTA

		seguimiento: 4 semanas?.				
--	--	-----------------------------	--	--	--	--

ABREVIADA	ESTUDIO	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	MÉTODO	RESULTADOS	CONCLUSIONES	CALIDAD DEL ESTUDIO
(Panarelli et al., 2024)	Diseño: Ensayo clínico prospectivo, aleatorizado, multicéntrico y enmascarado?.	Población: Pacientes de 40 a 85 años con glaucoma primario de ángulo abierto (POAG) de leve a severo, con presión intraocular (PIO) entre 15 y 40 mmHg, y mal controlado con tratamiento farmacológico máximo tolerado?.	Nº participantes/grupo: 395 pacientes en el grupo MicroShunt y 132 en el grupo de trabeculectomía?.	Efectos clínicos beneficiosos: La trabeculectomía mostró mayor éxito quirúrgico (64.4%) que el MicroShunt (50.6%)?.	Ambos procedimientos reducen significativamente la PIO, pero la trabeculectomía tuvo mayor éxito quirúrgico?.	ALTA
	Objetivos: Comparar la efectividad y seguridad del MicroShunt (Santen Inc) frente a la trabeculectomía en pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto (POAG)?.	Intervención: Implante MicroShunt con mitomicina C?.	Intervención grupo control: Trabeculectomía con mitomicina C?.	Efectos adversos: Sí, la hipotensión ocular fue más común en la trabeculectomía (51.1%) que en el MicroShunt (30.9%)?.		
	Localización y periodo de realización: Se llevó a cabo en 24 sitios en EE. UU. y 5 en Europa?.	Comparación: Trabeculectomía con mitomicina C? (MMC)?.	Método enmascaramiento: Sí, fue un estudio enmascarado para los participantes, pero no para los cirujanos?.			
		Resultados analizados: Reducción de la presión intraocular (PIO) y reducción del uso de medicamentos?.	Pérdidas post aleatorización: 7 pacientes del grupo MicroShunt y 2 del grupo de trabeculectomía se perdieron en el seguimiento; 25 pacientes discontinuaron el estudio?.			
		Tiempo de seguimiento: 2 años?.				

CITA ABREVIADA	ESTUDIO	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	MÉTODO	RESULTADOS	CONCLUSIONES	CALIDAD DEL ESTUDIO
(Baker et al., 2021)	Diseño: Ensayo clínico prospectivo, aleatorizado, multicéntrico y de inferioridad, con enmascaramiento parcial? Objetivos: Comparar la efectividad y seguridad del MicroShunt (Santen Inc.) frente a la trabeculectomía en pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto (POAG)?. Localización y periodo de realización: Realizado en 29 sitios, incluyendo EE.UU. y 24 en Europa (Francia, Italia, Países Bajos, España y Reino Unido). Los pacientes fueron seguidos durante 2 años, y este análisis presenta los resultados de 1 año?.	Población: Pacientes de 40 a 85 años con POAG de leve a severo, presión intraocular (PIO) entre 15 y 40 mmHg, no controlada con terapia médica máxima tolerada? Intervención: Implante de MicroShunt con mitomicina (MMC) 0.2 mg/ml durante 2 minutos?. Comparación: Trabeculectomía con MMC 0.2 mg/ml durante 2 minutos?. Resultados de análisis: Reducción de la PIO, disminución del uso de medicamentos y tasa de éxito quirúrgico?. Tiempo de seguimiento: 2 años, con análisis intermedio a 1 año?.	N° participantes/grupo: 395 pacientes en el grupo MicroShunt y 132 en el grupo de trabeculectomía?. Intervención grupo experimental: Implantación del MicroShunt con MMC?. Intervención grupo control: Trabeculectomía con MMC?. Método enmascaramiento: Sí, fue un estudio enmascarado para los investigadores pero no para los cirujanos?. Pérdidas post aleatorización: 7 pacientes del grupo MicroShunt y 2 pacientes del grupo de trabeculectomía se perdieron en el seguimiento. 25 pacientes discontinuaron el estudio?.	Efectos clínicos beneficiosos: La tasa de éxito quirúrgico a 1 año fue 53.9% en el grupo MicroShunt y 72.7% en el grupo de trabeculectomía (p < 0.01)?. Efectos adversos: Hipotonía ocular más frecuente en la trabeculectomía (49.6%) que en el MicroShunt (28.9%), sin diferencias significativas en eventos adversos graves?.	La trabeculectomía logró un mayor éxito quirúrgico y reducción de PIO en comparación con el MicroShunt?.	ALTA

CITA ABREVIADA	ESTUDIO	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	MÉTODO	RESULTADOS CONCLUSIONES	CALIDAD DEL ESTUDIO
(Congdon et al., 2023)	Diseño: Ensayo clínico multicéntrico, aleatorizado, controlado, enmascarado para los investigadores?. Objetivos: Evaluar la seguridad y eficacia del trabeculoplastia láser selectiva directa translimbal (DSL) en comparación con la trabeculoplastia láser selectiva convencional (SLT) para reducir la presión intraocular (PIO) en glaucoma de ángulo abierto (OAG)?. Localización y periodo de realización: Multicéntrico, realizado en los 6 meses, varios países en Europa, Estados Unidos e Israel con aprobación ética y regulatoria en cada sitio?.	Población: Pacientes >40 años con glaucoma de ángulo abierto (incluyendo glaucoma exfoliativo pigmentario) hipertensión ocular, con PIO sin tratar entre 22 y 35 mmHg?. Intervención: DSLT: 120 disparos, 3 ns, tamaño de punto de 400 µm, energía de 1.4-1.8 mJ entregados en el limbo sobre 2 segundos?. Comparación: SLT: aproximadamente 100 disparos, 3 ns, tamaño de punto de 400 µm, energía de 0.3-2.6 mJ aplicados en 360° con lente gonioscópica?. Resultados de análisis: Cambio en la PIO desde la línea base a los 6 meses, reducción porcentual de PIO a los 3, 6 y 12 meses, número de medicamentos y hipotensores oculares y evaluación de seguridad?. Tiempo de seguimiento: 12 meses, con evaluaciones principales a los 6 meses?.	Nº participantes/grupo: 164 participantes fueron necesarios para detectar una diferencia de no inferioridad de 1.95 mmHg en la reducción de la PIO?. Intervención grupo experimental: DSLT, aplicación de 120 disparos en el limbo con el sistema Eagle sin necesidad de contacto ocular?. Intervención grupo control: SLT, aplicación de disparos láser con una lente gonioscópica?. Método enmascaramiento: Sí, enmascarado para los investigadores pero no para los participantes debido a la naturaleza diferente de los tratamientos?. Pérdidas post aleatorización: No se menciona directamente la tasa de abandono, pero se evalúan efectos adversos y razones para discontinuación?.	Efectos clínicos beneficiosos: DSLT es un procedimiento sin contacto que puede mejorar la accesibilidad y la comodidad del tratamiento de la inflamación y glaucoma?. Efectos adversos: Sí, se documentaron efectos adversos oculares y se evaluó calidad de vida mediante el cuestionario GQL-9?.	ALTA

CITA ABREVIADA	ESTUDIO	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	MÉTODO	RESULTADOS	CONCLUSIONES	CALIDAD DEL ESTUDIO
(Garg et al., 2020)	Diseño: Análisis post-hoc de un ensayo clínico multicéntrico, prospectivo, aleatorizado y controlado?. Objetivos: Evaluar la eficacia de la trabeculoplastia láser selectiva repetida (Repeat SLT) en pacientes con glaucoma de ángulo abierto (OAG) e hipertensión ocular (OHT) sin tratamiento previo?. Localización y periodo de realización: El estudio se llevó a cabo en múltiples centros del Reino Unido y el seguimiento de los pacientes se realizó durante un mínimo de 18 meses tras la segunda aplicación de SLT	Población: Pacientes con OAG sin OHT sin tratamiento previo, de 18 años o más, con presiones intraoculares elevadas que requerían re-tratamiento dentro de los 18 meses?. Intervención: Repetición de la trabeculoplastia láser selectiva (Repeat SLT) en pacientes que habían recibido un tratamiento inicial de SLT y requerían intervención adicional?. Comparación: Comparación entre la reducción de la presión intraocular obtenida con el primer SLT y la obtenida con el SLT repetido?. Resultados analizados: Reducción de la presión intraocular (PIO) en pacientes con glaucoma de ángulo abierto o hipertensión ocular?. Tiempo de seguimiento: 18 meses tras la repetición del SLT?.	Nº participantes/grupo: 115 ojos de 90 pacientes fueron tratados con Repeat SLT?. Intervención experimental: Repetición de la trabeculoplastia láser selectiva en 360°?. Método enmascaramiento: No se realizó enmascaramiento, ya que la naturaleza del tratamiento no lo permitía?. Pérdidas post aleatorización: 38 de los 115 ojos (33%) requirieron tratamiento adicional con medicamentos dentro de los 18 meses?.	Efectos clínicos beneficiosos: El Repeat SLT mantuvo la reducción de la PIO en el 67% de los ojos a los 18 meses?. Efectos adversos: No se observaron eventos adversos clínicamente relevantes. No hubo aumentos significativos de PIO tras la repetición del tratamiento?.	El SLT repetido puede mantener el control de la PIO con una duración similar o mayor al tratamiento inicial, sin necesidad de medicación adicional en la mayoría de los casos?.	ALTA

CITA ABREVIADA	ESTUDIO	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	MÉTODO	RESULTADOS	CONCLUSIONES	CALIDAD DEL ESTUDIO
(Stalmans et al., 2023)	Diseño: Ensayo clínico prospectivo, doble enmascarado, aleatorizado, multicéntrico, controlado y de grupos paralelos, con un diseño de no inferioridad?. Objetivos: Evaluar la no inferioridad de netarsudil/latanoprost (NET/LAT) en comparación con BIM/TIM una vez al día en la noche?. Localización periodo de realización: Se llevó a cabo en 58 centros clínicos en 11 países europeos. Inicio el 5 de septiembre de 2017 y última visita el 6 de noviembre de 2020?.	Población: Pacientes de 18 años con OAG o OHT en ambos ojos, con PIO ≥ 17 mmHg en al menos un ojo y un ojo y Intervención: Administración de una combinación fija de NET/LAT una vez al día en la noche?. Comparación: Administración de BIM/TIM una vez al día en la noche?. Resultados analizados: Reducción de la presión intraocular (PIO) en pacientes con glaucoma de ángulo abierto (OAG) o hipertensión ocular (OHT)?. Tiempo de seguimiento: 6 meses (180 días)?.	Nº participantes/grupo: 430 participantes total: 218 en el grupo NET/LAT y 212 en el grupo BIM/TIM?. Intervención grupo experimental: Administración de NET/LAT una vez al día en ambos ojos?. Intervención grupo control: Administración de BIM/TIM una vez al día en ambos ojos?. Método enmascaramiento: Sí, el estudio fue doble enmascarado, por lo que ni los investigadores conocían la asignación del tratamiento?. Pérdidas post aleatorización: Sí, hubo 40 abandonos (18%) en el grupo NET/LAT y 19 (8.9%) en el grupo BIM/TIM. Las razones incluyeron eventos adversos, retiro del consentimiento y otras causas?.	Efectos clínicos beneficiosos: NET/LAT demostró una reducción de la PIO similar a BIM/TIM, con una diferencia no significativa en la eficacia?. Efectos adversos: Sí, los eventos adversos más comunes fueron hiperemia conjuntival (30.7% en NET/LAT vs. 9.0% en BIM/TIM) y córnea verticilada (11.0% en NET/LAT vs. 0% en BIM/TIM)?.	NET/LAT fue no inferior a BIM/TIM en la reducción de la PIO y representa una alternativa viable para el tratamiento de OAG y OHT?.	ALTA

CITA ABREVIADA	ESTUDIO	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	MÉTODO	RESULTADOS	CONCLUSIONES DEL ESTUDIO	CALIDAD DEL ESTUDIO
(Christie et al., 2023)	Diseño: Ensayo clínico fase 3, aleatorizado, multicéntrico, con enmascaramiento para el paciente y el evaluador de eficacia. Objetivos: Evaluar la seguridad y el efecto reductor de la presión intraocular (PIO) del implante intracameral de bimatoprost 15 µg con bimatoprost 15 µg comparación con la trabeculoplastia selectiva con láser (SLT) en pacientes con glaucoma ángulo abierto (OAG) o hipertensión ocular (OHT). Localización y periodo de realización: Se llevó a cabo en 33 centros de 8 países: Dinamarca, Francia, Polonia, Rusia, Singapur, España, Tailandia y EE.UU. Duración: febrero de 2016 a enero de 2021.	Población: Pacientes adultos con OAG u OHT que requerían tratamiento para la reducción de la PIO. PIO basal entre 22 y 34 mmHg. Sin antecedentes de trabeculoplastia láser ni cirugía complicada de cataratas. Intervención: Administración intracameral del implante de bimatoprost 15 µg con hasta 3 dosis en semanas 0, 16 y 32. Comparación: Trabeculoplastia selectiva con láser (SLT) de 360° realizada en el ojo contrario. Resultados analizados: Reducción de la PIO en semanas 4, 12 y 24. Necesidad de tratamientos adicionales. Eventos adversos oculares y pérdida de células endoteliales corneales. Tiempo de seguimiento: 52 semanas con 20 visitas de seguimiento.	N° participantes/grupo: 144 pacientes 72 ojos con implante de bimatoprost. 72 ojos con SLT. Intervención grupo experimental: Implante intracameral de bimatoprost 15 µg administrado con un aplicador precargado. Intervención grupo control: Trabeculoplastia selectiva con láser de 360°. Método enmascaramiento: Sí, el ojo no tratado recibía un procedimiento simulado (láser no activado o aplicador sin aguja). Pérdidas post aleatorización: 9 pacientes no completaron el estudio por eventos adversos o retiro del consentimiento.	Efectos clínicos beneficiosos: Reducción de PIO en 7.01 a fue no inferior a 6.65 mmHg en el grupo con implante y 6.45 a 6.26 mmHg en el grupo SLT. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Efectos adversos: Frecuentes en el grupo con implante: Hiperemia conjuntival (33.3%). Pérdida de células endoteliales corneales (12.8%). Edema corneal (9.9%). En SLT, los efectos adversos fueron menores y menos severos.	El implante de bimatoprost 15 µg en SLT en reducción de PIO. SLT mostró un perfil de seguridad más favorable con menos eventos adversos corneales. Debido a los efectos adversos, se discontinuó el desarrollo del implante de 15 µg.	ALTA

Fuente: elaboración propia, 2026.

Anexo 3. Matriz de artículos seleccionados

Código	Título	Autor, Año	País	Base de datos	Descriptor MeSH	Nivel de evidencia según Oxford	Objetivo
E1	Ab-Externo MicroShunt versus Trabeculectomy in Primary Open-Angle Glaucoma: One-Year Results from a 2-Year Randomized, Multicenter Study	(Baker et al., 2021)	29 sitios de investigación : Estados Unidos (24 centros y Europa (Francia, Italia, Países Bajos, España y Reino Unido)	PubMed	Open-angle glaucoma AND (Therapy OR treatment OR surgery) AND (efficacy OR effectiveness)	1b	Comparar la efectividad y seguridad del MicroShunt versus la trabeculectomía en pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto.
E2	Phase 3, Randomized Study Comparing Intracameral Bimatoprost Implant 15 µg and Selective Laser Trabeculectomy in Patients with Open-Angle Glaucoma or Ocular Hypertension	(Christie et al., 2023)	Dinamarca, Francia, Polonia, Rusia, Singapur, España, Tailandia y Estados Unidos	PubMed	Open-angle glaucoma AND (Therapy OR treatment OR surgery) AND (efficacy OR effectiveness)	1b	Evaluar la seguridad y el efecto reductor de la presión intraocular del implante de bimatoprost de 15 µg (dosis más alta que el producto actualmente aprobado) en comparación con la trabeculoplastia láser selectiva en pacientes con glaucoma de ángulo abierto o hipertensión ocular.
E3	Direct selective laser trabeculoplasty in open angle glaucoma study design: a multicentre, randomised, controlled, investigator-masked trial (GLAUrious)	(Congdon et al., 2023)	Reino Unido, China, Italia, Singapur, EE.UU., Israel.	PubMed	Open-angle glaucoma AND (Therapy OR treatment OR surgery) AND (efficacy OR effectiveness)	1b	Poner a prueba la hipótesis de que la DSLT translimbal es eficaz y no inferior a la trabeculoplastia láser selectiva para reducir la presión intraocular en el glaucoma de ángulo abierto.
E4	Efficacy of Repeat Selective Laser Trabeculoplasty in Medication-Naive Open-Angle Glaucoma and Ocular Hypertension during the LiGHT Trial	(Garg et al., 2020)	Reino Unido.	PubMed	Open-angle glaucoma AND (Therapy OR treatment OR surgery) AND (efficacy OR effectiveness)	1b	Determinar la eficacia de la repetición de la trabeculoplastia selectiva con láser en pacientes con glaucoma de ángulo abierto e hipertensión ocular sin

							tratamiento previo que requieren un tratamiento repetido por fallo a corto o mediano plazo durante el ensayo LiGHT sobre glaucoma e hipertensión ocular.
E5	A randomized clinical trial comparing three fixed combinations of bimatoprost with timolol in patients with open-angle glaucoma or ocular hypertension	(Mrukwa - Kominiek et al., 2023)	Austria, Bélgica, Hungría y Polonia.	PubMed	Open-angle glaucoma AND (Therapy OR treatment OR surgery) AND (efficacy OR effectiveness)	1b	Comparar la eficacia y seguridad de dos colirios de combinación fija, sin conservantes (bimatoprost 0,01% en combinación con timolol 0,1% o 0,5%) en una formulación de gel, con bimatoprost 0,03%/timolol 0,5% en pacientes con glaucoma de ángulo abierto o hipertensión ocular.
E6	Ab-Externo MicroShunt versus Trabeculectomy in Primary Open-Angle Glaucoma: Two-Year Results from a Randomized, Multicenter Study	(Panarelli et al., 2024)	Estados Unidos y Europa (no indica países en específico)	PubMed	Open-angle glaucoma AND (Therapy OR treatment OR surgery) AND (efficacy OR effectiveness)	1b	Comparar la efectividad y seguridad del MicroShunt (Santen Inc) versus la trabeculectomía en pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto.
E7	MERCURY-3: a randomized comparison of netarsudil/latanoprost and bimatoprost/timolol in open-angle glaucoma and ocular hypertension	(Stalmans et al., 2023)	Austria, República Checa, Francia, Alemania, Hungría, Italia, Letonia, Polonia, España, Reino Unido.	PubMed	Open-angle glaucoma AND (Therapy OR treatment OR surgery) AND (efficacy OR effectiveness)	1b	Comparar la eficacia y seguridad de la combinación de dosis fija de solución oftálmica de netarsudil 0,02%/latanoprost 0,005% (NET/LAT; Roclanda®) con solución oftálmica de bimatoprost 0,03%/timolol maleato 0,5% (BIM/TIM; Ganfort®) en el tratamiento del

							glaucoma de ángulo abierto y la hipertensión ocular.
E8	A Randomized, Controlled Comparison of NCX 470 (0.021%, 0.042%, and 0.065%) and Latanoprost 0.005% in Patients With Open-angle Glaucoma or Ocular Hypertension: The Dolomites Study	(Walters et al., 2022)	Austria, República Checa, Francia, Alemania, Hungría, Italia, Letonia, Polonia, España y Reino Unido.	PubMed	Open-angle glaucoma AND (Therapy OR treatment OR surgery) AND (efficacy OR effectiveness)	1b	The purpose of this study was to compare varying concentrations of NCX 470 (a nitric oxide-donating bimatoprost) to latanoprost in a dose-response safety and efficacy trial.

Fuente: elaboración propia, 2026.

Anexo 4. Cuadro Comparativo de Tipos de Glaucoma.

TIPO DE GLAUCOMA	DEFINICIÓN/MECANISMO FISIOPATOLÓGICO	PIO TÍPICO	INICIO Y EVOLUCIÓN	MANIFESTACIONES CLÍNICAS	FACTORES DE RIESGO CARACTERÍSTICOS	HALLAZGOS DIAGNÓSTICOS CLAVE	TRATAMIENTO DE PRIMER A LÍNEA
Primario de ángulo abierto (GPAA).	Aumento progresivo de Resistencia al drenaje trabecular (principalmente malla yuxtacanalicular y pared interna del canal Schlemm) → ↑ PIO → neuropatía óptica glaucomatosa crónica.	Elevada (>21 mmHg) en la mayoría.	Insidioso, crónico, asintomático al inicio.	Pérdida periférica progresiva, escotomas arqueados, excavación papilar.	Edad avanzada, antecedentes familiares, ascendencia Africana, córnea delgada.	Gonioscopía: ángulo abierto; OCT: adelgazamiento CFNR; campimetría con defectos arcuatos.	Análogos de prostaglandinas +/- betabloqueadores; láser SLT si refractario.
Glaucoma de tensión normal.	Neuropatía glaucomatosa con PIO estadísticamente normal; probable susceptibilidad vascular/isquémica del nervio óptico.	Normal (< 21 mmHg).	Crónico.	Similar a GPAA, a veces progresión más silenciosa.	Migraña, fenómeno de Raynaud, hipotensión nocturna, vasculopatía.	Daño estructural típico con PIO normal.	Reducción adicional de PIO (aunque normal), control vascular.
Primario de ángulo cerrado (GPAC).	Bloqueo pupilar o cierre anatómico del ángulo → obstrucción súbita del drenaje → aumento brusco de PIO.	Muy elevada (40-60 mmHg o más en crisis).	Agudo o crónico.	Dolor ocular intenso, náuseas, visión borrosa, halos, ojo rojo, midriasis media.	Hipermetropía, cámara anterior estrecha, edad, mujeres, asiáticos, cristalino voluminoso.	Gonioscopía: ángulo cerrado; edema corneal; PIO alta.	Emergencia: acetazolamida, manitol, pilocarpine, iridotomía láser.
Secundario de ángulo abierto (GSAA).	Obstrucción trabecular por pigmento, inflamación, trauma, cirugía, hemorragia o detritus celulares.	Variable, usualmente elevada.	Variable.	Similar a GPAA.	Uveítis, cirugía ocular, trauma, pseudoexfoliación, pigmentario.	Evidencia etiológica, en biomicroscopía /gonioscopía.	Tratar causa + hipotensores.
Pseudoexfoliativo (PEX).	Depósitos fibrilares de matriz extracelular en cápsula anterior y malla trabecular → aumento marcado de resistencia al flujo.	Elevada, a menudo fluctuante.	Crónico, más agresivo.	Progresión rápida, respuesta variable a fármacos.	Edad avanzada, antecedentes europeos/nórdicos.	Material blanquecino en pupila/cápsula; ángulo abierto.	Fármacos + láser precoz; cirugía más frecuente.
Inducido por esteroides.	Glucocorticoides → alteración matriz extracelular	Elevada.	Subagudo o tras uso	Asintomático inicialmente.	Uso crónico de corticoides	Relación temporal	Suspender esteroide +

	trabecular + ↓ fagocitosis → ↑ resistencia al drenaje.		prolonga do.		tópicos/sistémicos.	con fármaco.	hipotensores.
Congénito / Infantil / Juvenil	Anomalía del Desarrollo del ángulo camerular (trabeculodisgenesia).	Elevada.	Desde nacimiento o infancia.	Buftalmos, epífora, fotofobia, blefaroespasmo.	Genético.	Córnea grande, estrías de Haab.	Cirugía (goniotomía / trabeculotomía).

Fuente: elaboración propia, 2026.

Anexo 5. Cuadro de Tratamientos Médicos (farmacológico) del Glaucoma.

GRUPO TERAPÉUTICO	MECANISMO DE ACCIÓN	↓PIO PROMEDIO	INDICACIONES PRINCIPALES	VENTAJAS	DESVENTAJAS/ EFECTOS ADVERSOS	ROL CLÍNICO
Análogos de prostaglandinas (latanoprost, bimatoprost, travoprost).	↑ drenaje uveoscleral +- trabecular.	25-33 %	GPAA, primera línea.	1 dosis/día, mayor eficacia, alta adherencia.	Hiperemia, pigmentación iris / periocular, crecimiento pestañas.	Primera elección.
Betabloqueadores (timolol, betaxolol).	↓ producción de humor acuoso.	20-25 %	Monoterapia o combinación.	Económicos, efectivos.	Bradicardia, broncoespasmo, ojo seco.	Segunda línea o combinación.
Alfa-2 agonistas (brimonidina, apraclonidina).	↓ producción + ↑ salida uveoscleral.	20-25 %	Terapia combinada.	Doble mecanismo.	Fatiga, boca seca, alergia conjuntival.	Adyuvante.
Inhibidores anhidrasa carbónica (dorzolamida, brinzolamida, acetazolamida).	↓ secreción acuosa.	15-20 %	Refractarios o combinación.	Útiles cuando BB contraindicados.	Parestesias (VO), sabor amargo, alergia sulfas.	Adyuvante / crisis.
Colinérgicos (pilocarpina).	Miosis → apertura del ángulo → ↑ drenaje trabecular.	20-25 %	Ángulo cerrado, uso específico.	Útil en bloqueo pupilar.	Espasmo acomodativo, visión borrosa, mala tolerancia.	Uso limitado / seleccionado.

Fuente: elaboración propia, 2026.

Anexo 6. Cuadro de Tratamientos Quirúrgicos y Láser del Glaucoma.

PROCEDIMIENTO	TIPO	MECANISMO	↓ PIO ESPERADA	INDICACIONES	VENTAJAS	DESVENTAJAS / RIESGOS	ROL CLÍNICO
Trabeculoplastia láser selectiva (TLS / SLT).	Láser.	Remodela malla trabecular → ↑ drenaje.	Similar a colirios.	GPAA leve-moderado.	Poco invasiva, repetible, reduce gotas.	Efecto puede disminuir con años.	Alternativa inicial o adyuvante.
Trabeculoplastia argón (TLA).	Láser.	Coagulación térmica trabecular.	20-30 %	Similar a SLT.	Técnica conocida.	Mayor daño térmico, menos repetible.	Hoy menos usada.
Láser micropulso.	Láser.	Pulsos cortos ↓ daño tisular.	Similar SLT (datos limitados)	Casos seleccionados.	Menor inflamación.	Evidencia aún limitada.	Alternativa emergente.
Trabeculectomía.	Cirugía filtrante.	Fístula cámara anterior → ampolla subconjuntival.	30-50 % o más.	Moderado-avanzado, fracaso médico.	Mayor reducción de PIO.	Hipotonía, infección, fibrosis.	Gold standard quirúrgico.
Implantes de drenaje (Ahmed, Baerveldt, Molteno).	Tubos / shunts.	Drenaje artificial hacia placa subconjuntival.	Alta.	Glaucomas complejos / refractarios.	Útiles tras fallos previos.	Diplopía, fibrosis, exposición tubo.	Segunda línea quirúrgica.
MIGS (iStent, Hydrus, etc.).	Microinvasiva.	Bypass trabecular o uveoescleral.	Moderada.	Leve-moderado + catarata.	Recuperación rápida, menos complicaciones.	Menor efecto hipotensor.	Casos tempranos / combinados.

Fuente: elaboración propia, 2026.

Anexo 7. Cuadro Comparativo de Tratamientos Médicos (farmacológicos) vs Tratamientos Quirúrgicos del Glaucoma.

CARACTERÍSTICA	TRATAMIENTO MÉDICO	TRATAMIENTO QUIRÚRGICO
Invasividad.	Baja.	Moderada-alta.
Reversibilidad.	Sí.	No siempre.
Dependencia del paciente.	Alta adherencia requerida.	Baja.
Reducción PIO.	15-33 % promedio.	25-50 % promedio.
Riesgo complicaciones.	Sistémicas leves.	Oculares potencialmente graves.
Costo a largo plazo.	Acumulativo.	Alto inicial.
Indicación típica.	Primera línea.	Fracaso médico o enfermedad avanzada.

Fuente: elaboración propia, 2026.

DECLARACIÓN JURADA

Yo Alesandro Segura Vargas, cédula de identidad número 6-0446-0268, en condición de egresado de la carrera Medicina y Cirugía de la Universidad Hispanoamericana, y advertido de las penas con las que la ley castiga el falso testimonio y el perjurio, declaro bajo la fe del juramento que dejo rendido en este acto, que mi trabajo de graduación, para optar por el título de Medico General titulado EFECTIVIDAD DEL TRATAMIENTO MÉDICO VS EL TRATAMIENTO QUIRÚRGICO EN EL MANEJO DEL GLAUCOMA DE ÁNGULO ABIERTO EN ADULTOS: REVISIÓN SISTEMÁTICA EN PAÍSES EUROPEOS Y EE. UU. (2016-2025) es una obra original y para su realización he respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derechos de Autor y Derecho Conexos , número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; especialmente el numeral 70 de dicha ley en el que se establece; “es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinente siempre que éstas no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original”. Asimismo, que conozco y acepto que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. Firmo, en fe de lo anterior, en la ciudad de Aranjuez, San José, Costa Rica, el día 13 de junio de 2026.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'A' with a long horizontal stroke extending to the right, and a circular flourish above it.

Alesandro Segura Vargas; cedula 604460268

San José, Martes 12 de mayo de 2026

Señores

Departamento de Registro

Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante Alesandro Segura Vargas con cédula de identidad número 6-0446-0268, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación el trabajo de EFECTIVIDAD DEL TRATAMIENTO MÉDICO VS EL TRATAMIENTO QUIRÚRGICO EN EL MANEJO DEL GLAUCOMA DE ÁNGULO ABIERTO EN ADULTOS: REVISIÓN SISTEMÁTICA EN PAÍSES EUROPEOS Y EE. UU. (2020-2025), el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura en Medicina y Cirugía. He verificado que se ha incluido las observaciones y hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría; y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación, antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos, conclusiones y recomendaciones.

Los resultados obtenidos por el postulante implican la siguiente calificación:

A.	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
B.	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	16%
C.	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	30%	28%
D.	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	20%
E.	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEÓRICO	20%	20%
F.	TOTAL		94%

Por consiguiente, se avala el traslado de la tesis al proceso de lectura

Atentamente



Dra. Karén Jara Zúñiga

COD. 13226

CARTA DEL LECTOR

San José, 13 junio 2026

Departamento de Servicios Estudiantiles
Universidad Hispanoamericana
Presente

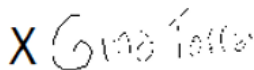
Estimados señores:

El estudiante Alesandro Segura Vargas, cédula de identidad número 6-0446-0268, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: "EFECTIVIDAD DEL TRATAMIENTO MÉDICO VS EL TRATAMIENTO QUIRÚRGICO EN EL MANEJO DEL GLAUCOMA DE ÁNGULO ABIERTO EN ADULTOS: REVISIÓN SISTEMÁTICA EN PAÍSES EUROPEOS Y EE. UU. (2016-2025)". El cual ha elaborado para optar por el grado de Licenciatura en Medicina y Cirugía.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente, la coherencia entre el marco teórico y el análisis de datos; la consistencia de los datos recopilados y su coherencia con las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. Además, he verificado que se han realizado las modificaciones esenciales correspondientes a las observaciones señaladas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con los requisitos para ser presentado en la defensa pública.

Atentamente,



GINA TORRES ARTAVIA
MEDICO

Firmado por: GINA TORRES ARTAVIA (AUTENTICACION)

Dra. Gina Torres Artavia
110510646
Código 15472

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 17 junio 2026

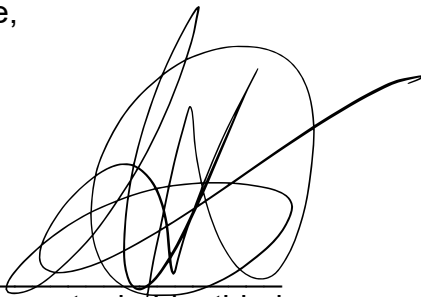
Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Alesandro Segura Vargas con número de identificación 604460268 autor (a) del trabajo de graduación titulado EFFECTIVIDAD DEL TRATAMIENTO MÉDICO VS EL TRATAMIENTO QUIRÚRGICO EN EL MANEJO DEL GLAUCOMA DE ÁNGULO ABIERTO EN ADULTOS: REVISIÓN SISTEMÁTICA EN PAÍSES EUROPEOS Y EE. UU. (2016-2025) presentado y aprobado en el año 2026 como requisito para optar por el título de LICENCIATURA EN MEDICINA Y CIRUGÍA; (**SI** / NO) autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,



604460268

Firma y Documento de Identidad

ANEXO 1 (Versión en línea dentro del Repositorio)
LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y
PERMITIR LA CONSULTA Y USO

Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.
- b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispanoamericana
- c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.
- e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.
- g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.