



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE MEDICINA

LÁSER MICROPULSADO TRANSESCLERAL EN GLAUCOMA SECUNDARIO A  
QUERATOPLASTÍA PENETRANTE

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
CIRUJANO OFTALMÓLOGO

P R E S E N T A:

DRA. ALEJANDRINA GUADALUPE BAEZA ECHEVERRIA

ASESOR:

DR. JOSÉ FRANCISCO ORTEGA SANTANA

CIUDAD DE MÉXICO, 2023





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

Dr. Alejandro Babayán Sosa

Profesor Titular ante la UNAM / Director médico

---

Dr. Óscar Baca Lozada

Profesor Adjunto

---

Dra. Adriana Saucedo Castillo

Profesora adjunta / Subdirectora médica

---

Dr. José Francisco Ortega Santana

Asesor de tesis / Jefe de enseñanza e investigación

## Tabla de contenido

<b>PRESENTACIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>ABREVIATURAS</b> .....	<b>5</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>6</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>7</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>13</b>
<b>PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>13</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>13</b>
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>14</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	<b>16</b>
<b>CRITERIOS DE SELECCIÓN</b> .....	<b>17</b>
<b>VARIABLES</b> .....	<b>18</b>
<b>TÉCNICA QUIRÚRGICA</b> .....	<b>20</b>
<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b> .....	<b>21</b>
<b>RECURSOS FINANCIEROS</b> .....	<b>22</b>
<b>BIOSEGURIDAD</b> .....	<b>22</b>
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>23</b>
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>27</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>29</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>30</b>

## PRESENTACIÓN

Identificación de investigadores

### **Investigadora responsable:**

Dra. Alejandrina Guadalupe Baeza Echeverría

Residente de tercer año

Oftalmología Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz I.A.P

### **Asesor:**

Dr. José Francisco Ortega Santana.

Cirujano oftalmólogo

Jefe del departamento de enseñanza en

Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz I.A.P

### **Fecha de inicio y finalización de investigación:**

Inicio: marzo 2021. Finalización: febrero 2023.

### **Correspondencia:**

Departamento de glaucoma

Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz I.A.P.

Ezequiel Montes 135 Colonia Tabacalera, Cuauhtémoc, Ciudad de México.

## ABREVIATURAS

**QPP:** queratoplastía penetrante

**PIO:** presión intraocular

**LMTE:** láser micropulsado transescleral

**AVMC:** agudeza visual mejor corregida

**(Nd:YAG):** neodimio:itrio-aluminio-granate

## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar la eficacia, seguridad y complicaciones de la ciclofotocoagulación con láser micropulsado transescleral (LMTE) en pacientes con glaucoma asociado a queratoplastía penetrante (QPP).

**Metodología:** Estudio observacional, descriptivo, longitudinal y ambispectivo que incluyó 31 ojos de pacientes con glaucoma con antecedente de QPP que se sometieron a LMTE en el periodo del 01 de agosto del 2017 al 28 de febrero del 2021. Se utilizó la prueba de Wilcoxon para comparar la presión intraocular (PIO) preoperatoria y posoperatoria, la cantidad de medicamentos para el glaucoma y la agudeza visual a los 1, 3, 6 y 12 meses de seguimiento. Las complicaciones posoperatorias también se registraron durante este periodo del seguimiento.

**Resultados:** De los 31 ojos que se incluyeron en el estudio, únicamente 16 completaron los 12 meses de seguimiento. La edad promedio fue de  $53.48 \pm 18.75$  años, y el 35.48% de los pacientes fueron del género masculino. La PIO disminuyó significativamente desde el preoperatorio en todos los puntos de seguimiento ( $p < 0.05$ ), así como en el número de gotas para el glaucoma a excepción del decimosegundo mes de seguimiento ( $p = 0.084$ ). No hubo cambios significativos en la agudeza visual. A los 12 meses de seguimiento 17.64%, 58.82% y 23.52% cumplieron con la definición de éxito total, éxito parcial y falla al tratamiento, respectivamente.

**Conclusiones:** El LMTE logró un control de la PIO deseable y tasas de éxito para los pacientes que se sometieron a QPP a la vez que resultó en complicaciones mínimas, por lo que parece un procedimiento seguro y eficaz en esta población a un año de seguimiento.

## MARCO TEÓRICO

El ojo es el órgano a través del cual se reciben más del 80% de todas las impresiones que llegan al cerebro del ser humano. La córnea, como parte del sistema refractivo del ojo, es el elemento fundamental del sistema dióptrico ocular ya que es responsable del 79% del poder de refracción. Su función únicamente es posible si se mantiene transparente y conserva la regularidad de sus superficies y curvaturas. Lamentablemente, existen numerosas patologías de la córnea, tanto congénitas como adquiridas, que derivan en su opacidad dificultando u obstruyendo el paso de la luz, o una deformidad en su curvatura, que impide la proyección de una imagen sobre la retina en forma adecuada <sup>(1)</sup>.

La ceguera por lesión corneal es la tercera causa mundial de ceguera después de la catarata y el glaucoma <sup>(2)</sup>. La córnea es la única parte del ojo que puede ser trasplantada y la queratoplastia es el principal recurso terapéutico para restaurar la visión en estos casos. El trasplante de córnea es el tipo de injerto más frecuente en el mundo. De acuerdo a Barraquer Coll *et al*, las cuatro primeras indicaciones para los trasplantes de córnea son: ectasias corneales (38.27%), descompensación corneal (20.88%), reposición de injerto (17.72%) y leucomas cicatriciales (16.22%) <sup>(3)</sup>.

Actualmente existen múltiples técnicas quirúrgicas para efectuar la queratoplastia; no obstante, la más frecuente es la queratoplastia penetrante (QPP). Se trata de un procedimiento quirúrgico donde el tejido corneal afectado del huésped es reemplazado en todo su espesor por un tejido corneal sano donado, a diferencia de la queratoplastia lamelar en la que se reemplazan las capas más superficiales <sup>(4)</sup>.

Los factores pronósticos de este procedimiento, pueden dividirse en <sup>(5)</sup>:

- 1) Factores pronósticos adversos del receptor: vascularización grave del estroma, ausencia de sensibilidad corneal, adelgazamiento extremo en la unión de la córnea donada y receptora e inflamación corneal activa.
- 2) Factores adversos asociados en el periodo posquirúrgico: glaucoma no controlado, sinequias anteriores, uveítis y formas recurrentes de inflamación conjuntival como la rosácea, el pénfigo cicatrizal, la triquiasis, entre otras.



Entre las causas más frecuentes de la falla del injerto se han descrito: rechazo (34%), infección (18%) y glaucoma (9%)<sup>(6)</sup>.

En un estudio realizado por Pérez Parra y colaboradores se reportó que de 45 pacientes que fueron sometidos a QPP, 18 desarrollaron complicaciones, y en dos casos se observó la presencia de más de una complicación. El glaucoma secundario fue el más frecuente (33.3%), seguido de úlcera corneal bacteriana (27.8%), fallo secundario inmunológico (22.2 %) y defecto epitelial persistente (16.7%)<sup>(7)</sup>.

Dicha complicación es muy importante debido a que el glaucoma es la segunda causa de ceguera en la población adulta. La Academia Americana de Oftalmología define el glaucoma como una neuropatía óptica progresiva del adulto en la cual la presión intraocular (PIO) y otros factores de riesgo contribuyen al daño de las células ganglionares, de sus axones y a las características patológicas de la cabeza del nervio óptico, en ausencia de otra patología ocular y en presencia de un ángulo abierto<sup>(8)</sup>.

Establecer una definición del glaucoma después de QPP es difícil en muchos sentidos ya que implica la dificultad para realizar un examen preoperatorio del nervio óptico, campos visuales e incluso toma de la PIO ya que en estos pacientes la enfermedad corneal suele ser lo más importante de su revisión oftalmológica y la opacidad o irregularidad corneal en cuestión dificulta el diagnóstico de otra patología ocular, como el glaucoma. El examen postoperatorio también puede complicarse a consecuencia del astigmatismo residual y la transparencia reducida de la córnea por edema. De igual manera, los pacientes suelen quedar con tratamiento con esteroides para reducir la inflamación lo que podría provocar elevación de la PIO dependiendo de la susceptibilidad de cada persona y obstaculizar obtener una medición confiable de ésta para establecer o no el diagnóstico de glaucoma<sup>(9)</sup>.

Irvine y Kaufman reportaron por primera vez una mayor incidencia de hipertensión ocular posterior a una QPP y describieron presiones intraoculares superiores a 25 mmHg en el 37% de los ojos fáquicos y en el 88% de los ojos afáquicos durante la primera semana posoperatoria<sup>(10)</sup>.

La incidencia del glaucoma secundario a queratoplastía penetrante varía con respecto a la indicación de la misma. La hipertensión ocular se desarrolla con mayor frecuencia posterior a la QPP en ojos con queratopatía bulosa afáquica y con menor frecuencia con ojos con distrofia de Fuchs y queratocono <sup>(11)</sup>.

Otros factores de riesgo para el desarrollo de glaucoma después de QPP incluyen glaucoma preexistente, inflamación, presencia de sinequias anteriores periféricas, bloqueo pupilar, reinjerto corneal, antecedentes de traumatismo ocular y cirugía combinada de extracción de catarata y QPP <sup>(12)</sup>. Simmons informó un riesgo relativo cuatro veces mayor de desarrollar glaucoma después de la queratoplastia en pacientes con glaucoma preexistente en comparación con aquellos sin antecedentes de glaucoma <sup>(13)</sup>.

Sin duda alguna, el glaucoma posqueratoplastía es una complicación devastadora para el injerto corneal. No sólo es difícil a nivel diagnóstico si no también terapéutico, de manera que puede comprometer seriamente la supervivencia del injerto por daño endotelial secundario y daño del nervio óptico, con la consecuente afectación de la función visual. Se plantea una distribución bimodal de la elevación de la presión intraocular tras queratoplastía penetrante: una temprana que ocurre en los primeros días de la cirugía, y otro más tardío después de los tres meses. Por lo regular con una presión por encima de 21mmHg <sup>(7)</sup>.

En los pacientes postoperados de queratoplastía, la irregularidad de la superficie corneal, la fluoresceína alrededor de las suturas, el cambio en la elasticidad corneal y el edema hacen que la medición con el tonómetro de Goldman no sea confiable. Por otro lado, son de utilidad limitada los estudios para evaluar cambios en la cabeza del nervio óptico que orienten hacia el diagnóstico de la hipertensión ocular en el periodo posquirúrgico de la QPP, ya que pueden existir cambios que sean secundarios a las irregularidades en la curvatura corneal <sup>(14)</sup>.

De inicio es importante tomar en consideración que previo a iniciar un tratamiento para el glaucoma se deben conocer los factores de riesgo asociados, desde las variables demográficas como edad, sexo y raza, como el estado médico preoperatorio (glaucoma preexistente, afaquia y el diagnóstico de alguna otra enfermedad ocular), así como la técnica quirúrgica empleada y los procedimientos agregados como cirugía de catarata, colocación de lente intraocular, uso de agente viscoelástico, vitrectomía, entre otros <sup>(15)</sup>.

En el posoperatorio inmediato el aumento de la presión intraocular generalmente se debe a un cierre angular, colapso trabecular o de forma más frecuente a inflamación. Por este motivo, durante este periodo posquirúrgico es importante evitar el uso de agentes mióticos ya que causan ruptura de la barrera hematoacuosa y empeoran los fenómenos inflamatorios. Por el contrario, durante este periodo se recomienda el uso de betabloqueadores y agonistas adrenérgicos selectivos, con o sin inhibidores de la anhidrasa carbónica tópicos y sistémicos dependiendo de la respuesta del paciente. Como norma, se recomienda el uso de timolol al 0.5% dos veces al día, ya sea sólo o en combinación con apraclonidina al 0.5%, con buena tolerancia y reducción de la PIO en la mayor parte de los casos. Poco después de que la barrera hematoacuosa está recuperada, se recomienda incluir en el tratamiento una dosis diaria de latanoprost (0.005%) y ciclopléjicos para disminuir el dolor y la inflamación<sup>(14)</sup>.

El uso de esteroides está indicado y es necesario en todos los pacientes postoperados por QPP; sin embargo deben ser empleados con cautela y con la menor frecuencia posible ya que pueden condicionar la elevación de la PIO. La iridotomía láser postqueratoplastia es un procedimiento que puede contribuir a la reducción de la PIO en el caso de bloqueo pupilar, cuando los métodos convencionales medicamentosos no han dado resultados favorables, sin embargo aumenta en gran medida la inflamación y la probabilidad de fallo del injerto<sup>(14)</sup>.

En ocasiones no es suficiente el tratamiento medicamentoso para el control del glaucoma secundario a queratoplastia penetrante y se vuelve necesario recurrir a procedimientos quirúrgicos.

Van Meter WS y colaboradores, informaron que la trabeculoplastia con láser de argón trata con éxito el glaucoma posterior a la QPP. No obstante, el uso de esta modalidad a menudo está limitado por la formación de sinequias anteriores periféricas después de la cirugía. La visibilidad limitada de las estructuras angulares, y de modo más específico de la malla trabecular a través del trasplante de córnea puede limitar su uso, ya que el láser puede aplicarse de manera ineficaz, posiblemente provocando un mayor cierre del ángulo. El uso de la trabeculoplastia láser selectiva también está limitado en ocasiones por la visibilidad de la malla trabecular. Por lo anterior, no se usa la trabeculoplastia con láser para el tratamiento del glaucoma secundario a queratoplastia penetrante <sup>(16)</sup>.

La trabeculectomía estándar tiene una tasa de éxito muy baja en pacientes con QPP ya que posterior a su realización se desarrolla fibrosis subconjuntival extensa. Por otro lado, se ha reportado el uso de los dispositivos de drenaje para el manejo de la hipertensión ocular post-QPP, sin embargo, actualmente se reconocen algunas desventajas. El mecanismo principal que conduce al fallo de estos dispositivos es la

reacción inmunológica del huésped que permite acceso a las células inflamatorias desde el espacio subconjuntival a la cámara anterior, permitiendo de este modo el rechazo al injerto. Asimismo se han descrito otros mecanismos de daño como la alteración directa mecánica de las células endoteliales corneales, el contacto del tubo valvular con el endotelio o incluso la toxicidad de los antimetabolitos utilizados durante el procedimiento<sup>(17)</sup>.

La ciclodestrucción fue el primer intento de tratamiento quirúrgico para el glaucoma posterior a la queratoplastia penetrante. Mediante la ablación de una porción del cuerpo ciliar, la PIO se reduce como consecuencia de la disminución de la producción de humor acuoso. Para destruir parte del cuerpo ciliar puede emplearse la aplicación transescleral de crioterapia o la aplicación transescleral o endoscópica de láser de diodo, criptón o neodimio:itrio-aluminio-granate (Nd:YAG)<sup>(18)</sup>.

El éxito del tratamiento, definido por Ayyala RS, y colaboradores como una PIO de menos de 21 mmHg después de una sola aplicación de láser, se ha informado recientemente que está entre 63 y 97%. Sin embargo, pueden ser necesarios múltiples tratamientos y se ha informado que las tasas de fracaso del injerto oscilan entre el 17 y el 44%<sup>(19)</sup>.

La ciclofotocoagulación transescleral con láser pretende causar daño del cuerpo ciliar mediante el uso de energía láser. Con los sistemas de láser diodo de 810nm, la energía es entregada por una sonda de fibra óptica, la cual se adapta a la curvatura de la unión esclerocorneal a 0.5 – 2.0 mm detrás del limbo. Se reconocen como ventajas de esta técnica que cuenta con una buena penetración y la posibilidad de ser selectiva y por tanto más conservadora que las otras<sup>(20)</sup>.

El mecanismo por el cual la ciclofotocoagulación con láser diodo logra la reducción de la PIO es por supresión de la producción de humor acuoso por el daño a nivel del epitelio pigmentado y no pigmentado, edema generalizado, daño de las fibras de colágeno y de los melanocitos. Asimismo también influyen los cambios debidos a la isquemia, que se generan por el daño vascular secundario a la propagación de la energía láser desde el cuerpo ciliar hasta los vasos cercanos de los procesos ciliares o por la disrupción del tejido<sup>(21)</sup>. Se ha demostrado que también genera daño a nivel de la pars plana lo que promueve el flujo del humor acuoso por la vía uveoescleral<sup>(22)</sup>.

La mayoría de estudios muestran éxitos de aproximadamente 60-80%, con reducciones de la PIO de 30-50% de la PIO basal. Algunos clínicos han realizado modificaciones en cuanto al aumento del poder del láser así como del número de disparos en mira de determinar si estos dos factores influyen en la tasa de

éxito. Se ha observado que la ciclofotocoagulación ha tenido mayor éxito cuando se emplea como tratamiento primario, a diferencia de aquellas veces en las que se emplea en pacientes que han sido sometidos antes a implantes de drenaje. Si la presión previa al procedimiento es muy alta no alcanza tan fácilmente una medición por debajo de 21mmHg, aún con una disminución mayor al 30% de la basal, a diferencia de los pacientes cuya PIO inicial es menor a 30mmHg<sup>(23)</sup>.

El transescleral de contacto utilizando el láser de diodo de onda continua es el modo común de administración. Si bien es eficaz para todas las formas de glaucoma, a menudo se utiliza como último recurso debido al riesgo percibido de morbilidad por hipotonía, deterioro visual y ptisis bulbi, junto con la imprevisibilidad del efecto y la necesidad frecuente de tratamientos repetidos. El modo micropulso de administración de láser diodo, administra una serie de pulsos cortos y repetitivos de energía láser separados por períodos de descanso, siendo diferente a la aplicación de onda continua convencional que administra energía continua de alta intensidad al cuerpo ciliar. De este modo se propone que puede conllevar menos riesgos y complicaciones a corto plazo como dolor, picos hipertensivos, uveítis leve transitoria y edema conjuntival, así como otras a largo plazo como progresión de la catarata, pérdida mayor a dos líneas de visión, hipotensión, ptisis bulbi y desprendimiento coroideo a diferencia del láser de onda continua<sup>(24)</sup>.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El aumento de la prevalencia del glaucoma en los últimos años hace que los médicos enfrenten casos cada vez más desafiantes y por lo tanto se vuelve imperioso que se preparen planes de prevención, detección temprana, y acciones terapéuticas innovadoras que permitan hacer frente a esta situación.

El desarrollo de glaucoma tras una queratoplastía penetrante es un factor de fallo para el injerto corneal. El procedimiento estándar actual para su tratamiento con dispositivos de drenaje, como el implante de válvula, está asociado a complicaciones como toque del tubo endotelial con el botón corneal con el consecuente fallo del injerto. En este contexto, la terapia transescleral con láser micropulsado pudiera ser una alternativa en estos pacientes con menos complicaciones asociadas.

Hasta el momento no se cuenta con estudios realizados en población mexicana que traten específicamente de la aplicación de ciclofotocoagulación transescleral con láser pulsado en pacientes con queratopatía penetrante como antecedente.

## PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Por lo anterior, surgió la pregunta de investigación: ¿Es seguro y eficaz este tratamiento en pacientes con glaucoma secundario a queratoplastía penetrante?

## JUSTIFICACIÓN

La elevación crónica de la presión intraocular compromete el endotelio corneal, llevándolo a la aceleración de las pérdidas de células endoteliales. Por lo anterior, se ha observado que cuando coexiste en aquellos paciente en quienes se ha realizado un trasplante de córnea, limita el pronóstico y representa un factor de riesgo para la falla del injerto.

Ante el potencial fallo del injerto corneal tras la realización de cirugías filtrantes o colocación de dispositivos de drenaje para limitar el aumento de la PIO, se ha propuesto el uso de otros métodos que controlen la presión intraocular con menores complicaciones asociadas como el láser diodo micropulsado transescleral. No obstante, actualmente no se cuenta con evidencia suficiente sobre la eficacia y seguridad de este tratamiento en ojos con QPP en población mexicana.

## HIPÓTESIS

El láser micropulsado transescleral puede ser un método eficaz para reducir la presión intraocular en pacientes con hipertensión ocular secundaria a queratoplastía penetrante con un riesgo reducido de fallo del injerto corneal.

## OBJETIVOS

### **Objetivo general:**

Evaluar la eficacia, seguridad y complicaciones de ciclofotocoagulación con láser micropulsado transescleral en pacientes con glaucoma asociado a queratoplastía penetrante.

### **Objetivos específicos:**

1. Describir el perfil clínico de los pacientes sometidos al procedimiento: enfermedades asociadas y medicamentos o cirugías previas.
2. Comparar el resultado de la PIO prequirúrgica y postquirúrgica del procedimiento y establecer si hay diferencias entre los dos grupos.
3. Reportar la magnitud de la reducción en los medicamentos antiglaucomatosos tras la ciclofotocoagulación transescleral con láser micropulsado.
4. Describir las complicaciones asociadas al procedimiento (reacción en cámara anterior, hipema, quemosis, hipotonía crónica, desprendimiento coroideo, ptisis bulbi, descompensación corneal).



## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, longitudinal, analítico y ambispectivo.

### **Sede del estudio**

Departamento de Glaucoma del Hospital de Oftalmología Fundación Nuestra Señora de la Luz I.A.P. Ciudad de México, CDMX.

### **Universo**

Pacientes con diagnóstico de glaucoma asociado a queratoplastía penetrante sometidos a ciclofotocoagulación transescleral con láser micropulsado del departamento de glaucoma del Hospital de Oftalmología Fundación Nuestra Señora de la Luz I.A.P. Ciudad de México, CDMX.

### **Muestra**

Todos los pacientes capturados en el periodo del 01 de agosto del 2017 al 28 de febrero del 2021 con diagnóstico de glaucoma asociado a queratoplastía penetrante, sometidos a ciclofotocoagulación transescleral con láser micropulsado del departamento de glaucoma del Hospital de Oftalmología Fundación Nuestra Señora de la Luz I.A.P. Ciudad de México, CDMX.

## CRITERIOS DE SELECCIÓN

### **Criterios de inclusión:**

- Pacientes del género femenino o masculino con diagnóstico de glaucoma asociado a queratoplastía penetrante que hayan sido sometidos a ciclotocoagulación transescleral con láser micropulsado del departamento de glaucoma del Hospital de Oftalmología Fundación Nuestra Señora de la Luz I.A.P. Ciudad de México, CDMX.
- Pacientes con PIO >21mmHg con tratamiento médico máximo tolerado o progresión de glaucoma a pesar de tratamiento médico máximo con o sin historia de cirugía de glaucoma previa.
- Pacientes que aceptaron ingresar al estudio.

### **Criterios de exclusión:**

- Pacientes que además de glaucoma presentaban algún otro padecimiento oftalmológico.
- Pacientes que presentaron glaucoma secundario a alguna causa diferente a la queratoplastía penetrante.
- Pacientes que no otorgaron consentimiento bajo información.
- Pacientes sometidos a procedimientos de ciclotocoagulación convencional previo.

## VARIABLES

<b>Nombre de variable</b>	<b>Independiente/ Dependiente</b>	<b>Tipo de Variable</b>	<b>Unidad de Medición</b>	<b>Instrumento de Medición</b>	<b>Momento de Medición</b>
<b>Edad</b>	Independiente	Cuantitativa discreta	Años	Interrogatorio	Consulta basal
<b>Sexo</b>	Independiente	Cualitativa	Hombre/mujer	Interrogatorio	Consulta basal
<b>Antecedente de glaucoma</b>	Independiente	Cualitativa nominal dicotómica	Si/no	Interrogatorio /Expediente	Consulta basal
<b>Antecedente de cirugía de glaucoma</b>	Independiente	Cualitativa nominal dicotómica	Si/no	Interrogatorio /Expediente	Consulta basal
<b>Indicación para QPP</b>	Independiente	Cualitativa nominal	Diagnóstico	Interrogatorio /Expediente	Consulta basal
<b>Fecha de QPP</b>	Independiente	Cualitativa nominal	Fecha	Interrogatorio /Expediente	Consulta basal
<b>Número de injertos previos</b>	Independiente	Cuantitativa discreta	Número	Interrogatorio /Expediente	Consulta basal
<b>Tiempo de uso de esteroides tópicos</b>	Independiente	Cuantitativa discreta	Semanas	Interrogatorio /Expediente	Consulta basal
<b>Episodios de rechazo previos</b>	Independiente	Cuantitativa discreta	Número	Interrogatorio /Expediente	Consulta basal
<b>Estado del injerto actual</b>	Independiente	Cualitativa nominal	Falla/Estable	Exploración oftalmológica	Consulta basal
<b>PIO prequirúrgica</b>	Independiente	Cuantitativa discreta	mmHg	Tonómetro de aplanación de Goldmann	Consulta basal
<b>PIO postquirúrgica</b>	Dependiente	Cuantitativa discreta	mmHg	Tonómetro de aplanación de Goldmann	1,30,60,90 días
<b>AV prequirúrgica</b>	Independiente	Cuantitativa continua	logMAR	Cartilla de Snellen y conversión	Consulta basal
<b>AV postquirúrgica</b>	Dependiente	Cuantitativa continua	logMAR	Cartilla de Snellen y conversión	1,30,60,90 días
<b>Número de fármacos hipotensores prequirúrgico</b>	Independiente	Cuantitativa discreta	Número	Interrogatorio /Expediente	Consulta basal
<b>Número de fármacos hipotensores postquirúrgico</b>	Dependiente	Cuantitativa discreta	Número	Expediente	1,30,60,90 días
<b>Tiempo de exposición al láser micropulsado</b>	Independiente	Cuantitativa continua	Semanas	Expediente	Consulta basal

<b>Extensión de la ablación (Hemisferios)</b>	Independiente	Cuantitativa continua	Grados	Nota postquirúrgica	Intervención
<b>Estado fáquico</b>	Independiente	Cualitativa nominal	Fáquico/Pseudofáquico/Áfaco	Exploración oftalmológica	Consulta basal
<b>Pico hipertensivo postquirúrgico</b>	Dependiente	Cualitativa nominal dicotómica	Si/no	Exploración oftalmológica	1,30,60,90 días
<b>Hifema postquirúrgico</b>	Dependiente	Cualitativa nominal dicotómica	Si/no	Exploración oftalmológica	1,30,60,90 días
<b>Uveitis fibrinoide postquirúrgica</b>	Dependiente	Cualitativa nominal dicotómica	Si/no	Exploración oftalmológica	1,30,60,90 días
<b>Fallo del injerto</b>	Dependiente	Cualitativa nominal dicotómica	Si/no	Exploración oftalmológica	1,30,60,90 días
<b>Rechazo del injerto</b>	Dependiente	Cualitativa nominal dicotómica	Si/no	Exploración oftalmológica	1,30,60,90 días
<b>Hipotonía postquirúrgica (&lt;6mmHg)</b>	Dependiente	Cualitativa nominal dicotómica	Si/no	Exploración oftalmológica	1,30,60,90 días
<b>Ptisis bulbi</b>	Dependiente	Cualitativa nominal dicotómica	Si/no	Exploración oftalmológica	1,30,60,90 días
<b>Desprendimiento o coroideo postquirúrgico</b>	Dependiente	Cualitativa nominal dicotómica	Si/no	Exploración oftalmológica	1,30,60,90 días
<b>Edema macular cistoide postquirúrgico</b>	Dependiente	Cualitativa nominal dicotómica	Si/no	Exploración oftalmológica	1,30,60,90 días
<b>Dolor ocular</b>	Dependiente	Cualitativa nominal dicotómica	Si/no	Interrogatorio	1,30,60,90 días

Se incluyeron pacientes de forma retrospectiva por medio de la revisión de expedientes y de manera prospectiva y consecutiva a pacientes con diagnóstico de glaucoma secundario a queratoplastía penetrante del departamento de Glaucoma del Hospital de la Luz en el periodo comprendido desde el 01 de agosto del 2017 hasta el 28 de febrero del 2021.

A todos los pacientes se les realizó una entrevista para conocer los medicamentos de consumo en el tiempo previo y posterior a la cirugía, exploración oftalmológica completa, incluyendo: agudeza visual mejor corregida (AVMC), biomicroscopía con lámpara de hendidura, toma de PIO con tonómetro de Goldmann, gonioscopía y examinación de fondo de ojo bajo midriasis farmacológica.

## TÉCNICA QUIRÚRGICA

Se realizó el procedimiento quirúrgico bajo sedación y anestesia peribulbar, retrobulbar o una combinación de ambas. Se aplicó yodopovidona tópica al 5% en fondo de saco del ojo a operar y sobre el área de la cara.

Se colocó un blefarostato de Barraquer o Lieberman en el ojo a tratar. Posterior a la aplicación de hipromelosa al 2% se realizó el tratamiento utilizando la sonda P3 (Pars Plana Probe) conectada al Iridex Cyclo G6-Glaucoma Laser System con poder fijo de 2000mW, tiempo de micropulsos encendido de 0.5ms, apagado 1.1ms con un ciclo de trabajo de 31.33%.

Se aplicó el tratamiento haciendo un movimiento continuo deslizante, desde el meridiano 9:30 a 2:30 y del meridiano 3:30 a 8:30, de la sonda en contacto con el globo ocular, dirigiendo la escotadura limbal de la misma al limbo esclerocorneal. Se prestó atención especial en evitar pasar sobre los meridianos 3 y 9 para evitar daño a los paquetes neurovasculares ciliares, como es común en otros procedimientos ciclodestructivos.

Se aplicó el tratamiento con una duración de 90 segundos por hemisferio para pacientes con PIO 25-40mmHg y de 120 segundos con PIO >40mmHg. Al final del procedimiento se colocó antibiótico, esteroide tópico y parche oclusivo en el ojo tratado.

### **Seguimiento posquirúrgico:**

Las visitas posquirúrgicas se calendarizaron a los meses 1, 3, 6 y 12 a partir del día de la aplicación del LMTE. Cada visita posquirúrgica incluyó AVMC, biomicroscopía con lámpara de hendidura, tonometría de aplanación de Goldmann, gonioscopía y examen de fondo de ojo bajo midriasis farmacológica.

Se consideró como un éxito total en caso de obtener una presión intraocular <21mmHg o reducción del  $\geq 20\%$  o mayor de PIO con respecto a la basal sin medicamentos y como un éxito parcial en caso de lograrse una presión intraocular <21mmHg o reducción del  $\geq 20\%$  o mayor de PIO basal con medicamentos. Se consideró como falla al tratamiento la necesidad de otra intervención quirúrgica, una presión intraocular >21mmHg o una reducción menor al 20%.

De igual manera se indicó el uso de esteroides tópicos en el ojo tratado en dosis reducción semanal comenzando cada cuatro horas; así como antibiótico tópico cada 4 horas.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la captura de datos y realización de las pruebas estadísticas se empleó el programa Excel de Microsoft y SPSS versión 25. Se utilizó estadística descriptiva a través de medidas de tendencia central como frecuencia, rango y promedio y de dispersión como la desviación estándar.

Se realizó el test de Kolmogorov-Smirnov para determinar la distribución normal de las variables de la muestra. Ante el resultado de una distribución no normal de la muestra, se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para la comparación preoperatoria y posoperatoria de la presión intraocular, número de medicamentos hipotensores y agudeza visual. Para la presentación de los datos se utilizaron tablas, gráficas y diagramas.

Se consideraron resultados estadísticamente significativos cuando se obtuvo un valor de  $p < 0.05$ .

## RECURSOS FINANCIEROS

Los instrumentos para la evaluación oftalmológica e insumos relacionados fueron proporcionados por el Hospital Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz en el contexto de la consulta oftalmológica del departamento de Glaucoma solventada por el paciente. El paciente cubrió el costo del procedimiento quirúrgico.

### **Materiales**

- Hojas con consentimiento informado impresos e información del estudio
- Computadora Mac Book Pro 10.11.6
- Programas Excel y Word de Microsoft
- Paquete estadístico SPSS versión 25
- Cámara fotográfica
- Lámpara de hendidura

## BIOSEGURIDAD

Para la realización de esta investigación fue necesario consultar los datos personales de los pacientes involucrados que se trataron cumpliendo con los principios éticos de confidencialidad, dignidad, no discriminación y proporcionalidad entre los riesgos y los beneficios esperados. Se explicó al paciente y a sus testigos por medio de una Carta de Consentimiento Oral y se obtuvo la firma por escrito de las personas implicadas o de sus representantes legales.

Los procedimientos quirúrgicos se llevaron a cabo siguiendo los estándares de asepsia, antisepsia y esterilidad habituales.

## RESULTADOS

Se incluyeron en total 31 ojos de 31 pacientes de los cuales únicamente 16 completaron los 12 meses de seguimiento. La edad promedio fue de 53.48 ( $\pm 18.57$ ) y el 35.48% de los pacientes fueron del género masculino. El 100% de los pacientes recibieron trasplante corneal de tipo queratoplastia penetrante.

**Tabla 1. Características demográficas de la población estudiada.**

Número de ojos	31
Edad ( $\pm$ DE)	53.48 ( $\pm 18.57$ )
Hombres	35.48%
Cirugía de catarata previa	64.51%
Cirugía previa de glaucoma	16.12%
Tipo de trasplante corneal	<b>QPP 100%</b> <b>DSAEK None</b>
Antecedente de trasplante corneal de repetición previo al LMPTE	19.35%
Número de gotas previo al LMPTE	3.19 ( $\pm 0.74$ )
Uso preoperatorio de IAC	22.58%
Presión intraocular preoperatoria	26.87 ( $\pm 7.77$ )
Agudeza visual preoperatoria (LogMar)	1.36 ( $\pm 0.73$ )

Los valores medios de presión intraocular, número de medicamentos para el glaucoma y agudeza visual (logMAR) durante el periodo de seguimiento se señalan en la tabla 2.

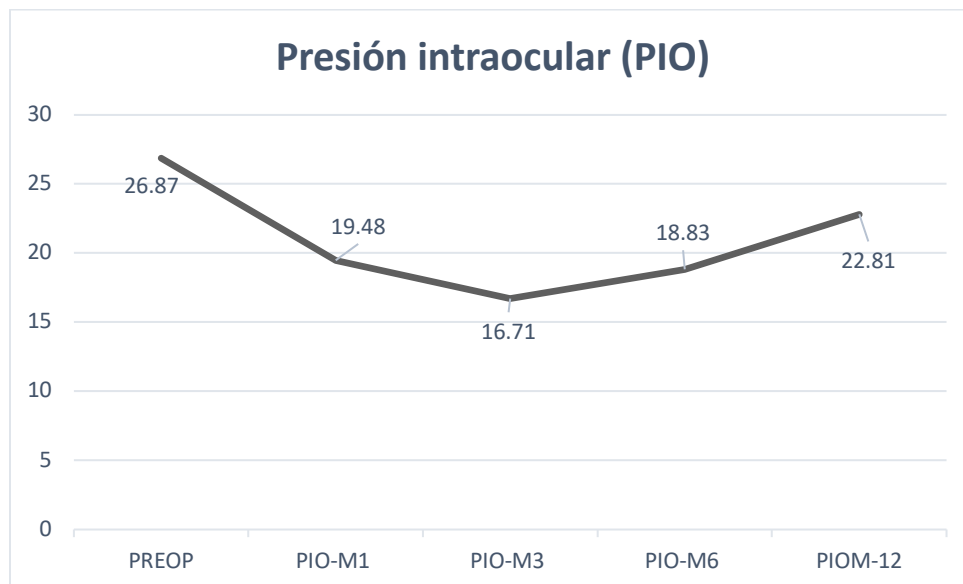


**Tabla 2. Resultados clínicos posterior a láser micropulsado transescleral**

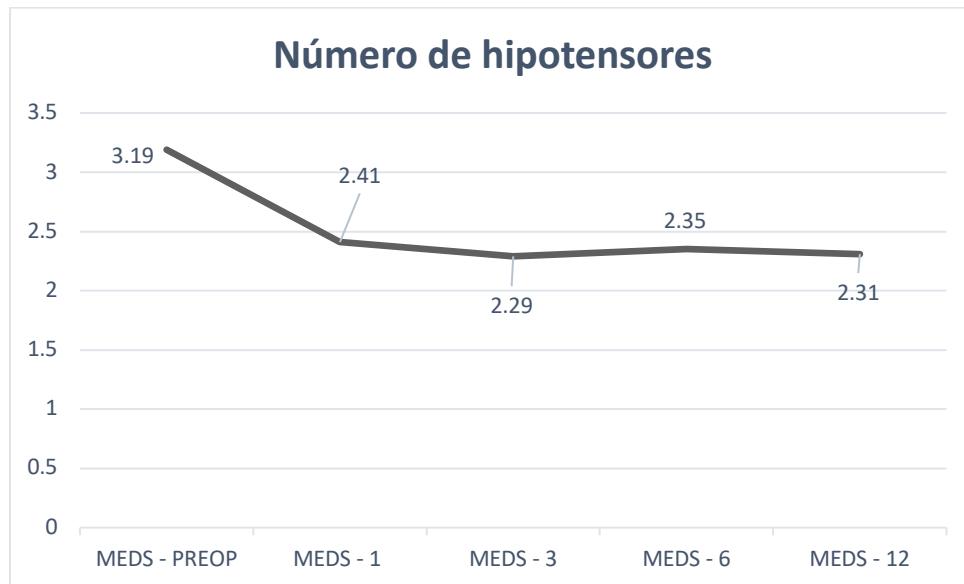
Seguimiento (meses=)	PIO (mmHg) (±std error)	<i>P</i>	#Gotas (±std error)	<i>P</i>	LogMar (±std error)	<i>P</i>
<b>PIO Preop (n=31)</b>	26.87 ± 7.77		3.19 ± 0.74		1.41 ± 0.74	
<b>PIO-M1 (n=29)</b>	19.48 ± 3.20	<0.001	2.41 ± 0.98	0.002	1.38 ± 0.75	0.83
<b>PIO-M3 (n=28)</b>	16.71 ± 3.78	<0.001	2.29 ± 1.01	0.001	1.43 ± 0.70	0.88
<b>PIO-M6 (n=23)</b>	18.83 ± 6.14	<0.001	2.35 ± 1.07	0.005	1.34 ± 0.53	0.51
<b>PIO-M12 (n=16)</b>	22.81 ± 8.89	<0.023	2.31 ± 1.31	0.084	1.36 ± 0.61	0.60

La presión prequirúrgica promedio fue de 26.87±7.77 y la presión promedio posoperatoria al mes 1, 3, 6 y 12 fue de 19.48±3.20, 16.71±3.78, 18.83±6.14 y 22.81±8.89, respectivamente. Con estos resultados se evidenció una reducción de la PIO de forma significativa desde el periodo posoperatorio a todos los puntos de seguimiento.

**Gráfica 1. Evolución de la presión intraocular durante 12 meses de seguimiento.**

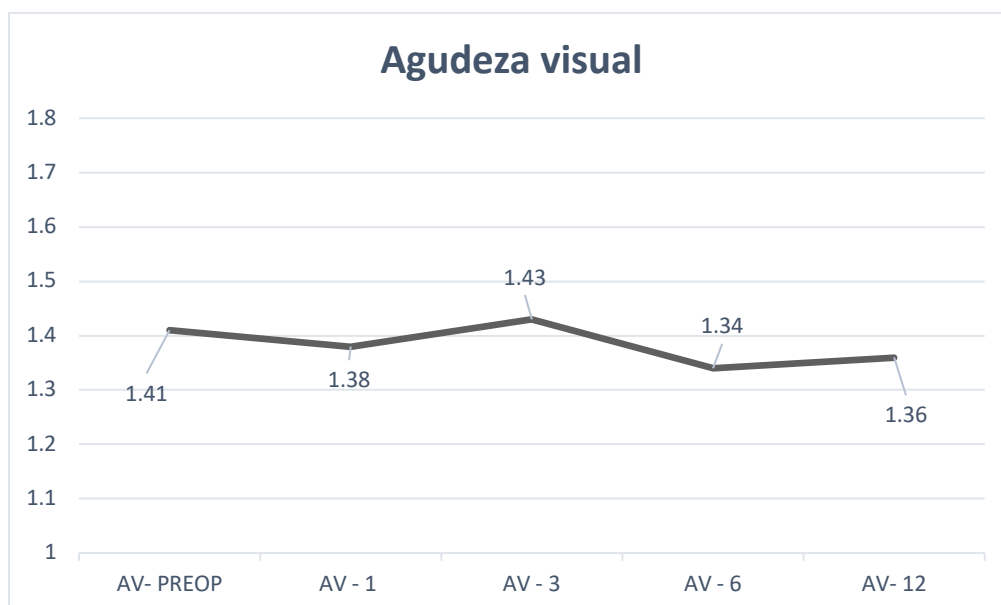


**Gráfica 2. Número de medicamentos durante 12 meses de seguimiento.**



El número de medicamentos para el glaucoma redujo significativamente en el mes 1, 3 y 6. En promedio se redujeron en 2 el número de medicamentos hipotensores tópicos posterior a la aplicación de LMTE de los ojos afectados, con un valor de  $p=0.002$ ,  $p= 0.001$  y  $p= 0.005$  al mes 1, 3 y 6, representando ello una diferencia estadísticamente significativa.

**Gráfica 3. Variaciones de agudeza visual durante el seguimiento.**



No hubo cambios estadísticamente significativos en la agudeza visual.

En cuanto a las complicaciones asociadas a la aplicación de LMTE se encontró que la más frecuente fue la presencia de dolor ocular con un total de 35.48% de los pacientes involucrados. La segunda complicación más frecuente fue picos hipertensivos con 16.12% y en tercer lugar la presencia de hipema con un 9.67% de afectados. Cabe destacar que ningún paciente presentó rechazo de injerto, fallo del injerto, hipotonía, ptosis bulbi, desprendimiento coroideo o edema macular cistoide.

En relación al éxito posquirúrgico, se encontró que 17.64% de los pacientes llegaron al éxito total, 58.82% al éxito parcial y 23.52% mostraron falla al tratamiento.

## DISCUSIÓN

El tratamiento con láser micropulsado transescleral, a través de la herramienta denominada Iridex Cyclo G6- Glaucoma Laser System<sup>®</sup> es una técnica utilizada para el tratamiento de los pacientes con glaucoma refractario al tratamiento hipotensor tópico y oral o bien con una intolerancia a ellos. Se trata de una técnica que irradia un haz de láser diodo infrarrojo micropulsado durante el ciclo activo (ON) que característicamente tiene una duración de 0.5 milisegundos (31.3%). El ciclo activo se intercala con ciclos de reposo (OFF) con duración de 1.1 milisegundos (68.7%). Por lo anterior, al respecto de esta técnica se ha planteado la hipótesis de que los tejidos circundantes, no pigmentados, tienen la tendencia a acumular una menor cantidad de energía térmica y ello les permite disiparla durante el período de reposo, manteniéndose por debajo del umbral de coagulación. Aquino et al., han sugerido que el mecanismo anterior pudiera encontrarse asociado a la menor tasa de complicaciones en comparación con la ciclotocoagulación tradicional de onda continua<sup>(24)</sup>. De acuerdo a nuestra experiencia con los resultados encontrados en el presente estudio, concordamos con que se trata de un procedimiento seguro ya que en la mayoría de los casos no se presentaron complicaciones y el más frecuente fue dolor ocular. De igual manera, esto concuerda con los resultados reportados por Sánchez, F.G et al., en donde se describió que se trata de un procedimiento seguro y eficaz sin complicaciones para los pacientes sometidos al mismo<sup>(25)</sup>.

En el presente estudio, se encontró que 17.64% de los pacientes llegaron al éxito total, 58.82% al éxito parcial y 23.52% mostraron falla al tratamiento. La reducción fue del 27.50%, 37.81%, 29.92%, y 15.10% para el primero, tercero, sexto y decimosegundo mes posquirúrgicos, respectivamente. En términos generales, los resultados de nuestro estudio en relación a la disminución promedio de la presión intraocular basal, fueron menores que las informadas por otros autores como en el reporte de Anna M, Tan, et al., en donde se obtuvo una reducción del 80% de presión intraocular con respecto a la basal<sup>(26)</sup>. Así como también en el estudio de Williams, Alice L, et al. en donde se reportó que la presión intraocular redujo en promedio un 51% con respecto a la basal<sup>(27)</sup>. Es importante destacar que estas diferencias en relación al promedio de reducción de la presión intraocular pudiera relacionarse con el tipo de glaucoma que recibe el tratamiento con el láser micropulsado transescleral en este estudio que es el secundario a queratoplastia penetrante: un tipo de glaucoma de difícil manejo inherentemente; a diferencia de los previamente mencionados que evaluaron los resultados clínicos tras la aplicación de LMTE en glaucoma primario de ángulo abierto.

Nuestros resultados coinciden con los obtenidos en un estudio realizado por Stephen A. Vernon et al, quienes demostraron una reducción de la presión intraocular de aproximadamente el 30% con respecto a la basal tras la aplicación de láser micropulsado transescleral con mínimos efectos adversos y con una reducción en promedio de 2 medicamentos hipotensores empleados posterior a la intervención<sup>(28)</sup>.

Ishida K, demostró en un estudio que las principales complicaciones asociadas al procedimiento fueron la hipotonía, ptisis bulbi y pérdida de visión. Sin embargo, en la presente la principal complicación obtenida fue el dolor ocular (41.2%) seguido de picos hipertensivos durante el seguimiento (16.12%)<sup>(29)</sup>.

Únicamente cuatro pacientes presentaron el antecedente de uso de esteroides, sin embargo no fueron los que presentaron peor evolución, lo que difiere con la literatura consultada donde Rojas-Álvarez *et al*, reportaron que este antecedente se asocia a una tasa de éxito menor del láser micropulsado transescleral y fallo del injerto<sup>(14)</sup>.

A partir de esta serie de casos fue posible demostrar una eficacia significativa con el tratamiento del láser micropulsado transescleral ya que de acuerdo a los resultados se observó que existe una mayor reducción de presión intraocular que el tratamiento medicamentoso máximo por sí solo y se logró una disminución del número de medicamentos empleados con respecto al tiempo prequirúrgico, especialmente durante los primeros tres meses posteriores al tratamiento. En un estudio realizado por MJ, Walland se concluyó que los tiempos de seguimiento más prolongados confirman que la ciclofotocoagulación transescleral es una terapia conveniente y útil en el control de la presión intraocular en glaucomas refractarios<sup>(30)</sup>. Esto debido a que es un procedimiento que necesita de varias sesiones para alcanzar el objetivo en un número importante de pacientes, por lo que probablemente un seguimiento más extenso del mismo grupo de pacientes y en algunos casos la reintervención podría ofrecer resultados prometedores al respecto de esta terapia antiglaucomatosa.

## CONCLUSIONES

En una población de pacientes con diagnóstico de glaucoma secundario a queratoplastía penetrante observamos resultados generales de éxito con el tratamiento de sesión única con el láser micropulsado transescleral en el medio plazo de tres meses, con una reducción del efecto sobre la presión intraocular al decimosegundo mes de seguimiento.

Además del dolor ocular, hipema y el pico hipertensivo posterior al tratamiento, no se comunicaron complicaciones asociadas en ninguno de los casos. Con especial énfasis en que no se presentó falla del injerto corneal. De igual manera, se notaron mejores resultados en los pacientes que recibieron tratamiento con duraciones más prolongadas (120 segundos); aunque no fue posible realizar el análisis de la significancia estadística de esta tendencia.

Se requieren estudios prospectivos adicionales con mayor tamaño en el número de muestra y durante un periodo de seguimiento más prolongado para evaluar la eficacia y perfil de seguridad del láser micropulsado transescleral en el control del glaucoma secundario a queratoplastía penetrante en el largo plazo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. López Hernández, S.M. (2018). Rechazo corneal en pacientes operados de queratoplastia penetrante óptica, *31*(2), 1–13.
2. Gain, P., Jullienne, R., He, Z., *et al.* (2016). Global survey of corneal transplantation and eye banking. *JAMA Ophthalmology*, *134*(2), 167–173. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2015.4776>
3. Oftalmología, S. C. D. E., Coll, C. B., Adriana, L., Uribe, P., Rn, B. S. N., & Molano, N. (2019). Indicaciones y técnicas de trasplante de córnea en una clínica oftalmológica privada en Colombia, 8–15.
4. Kamp MT. Patient-reported symptoms associated with graft reactions in high-risk patients in the collaborative corneal transplantation studies. *Cornea* 1995; *14*(1):43- 48.
5. Kanski JJ. Trastornos de la córnea y esclerótica. Oftalmología clínica. Octava edición. Madrid, Harcourt; 2016.
6. Guzmán Jiménez, L. K., Beauregard Escobar, A. M., & De La Torre, F. B. (2006). Frecuencia de las patologías relacionadas con rechazo a trasplante de córnea en pacientes con queratoplastia penetrante. *Revista Mexicana de Oftalmología*, *80*(6), 325–329.
7. Parra, Z. P., Padilla González, C., Ochoa, M. J., Castillo, Z. G., Guerra Almaguer, M., & Sibila González, M. (2017). Modificaciones corneales posqueratoplastia penetrante óptica Corneal changes after penetrating optical keratoplasty. *Revista Cubana de Oftalmología*, *30*(1), 1–13. Retrieved from <http://scielo.sld.cu>
8. American Academy of Ophtalmology Glaucoma Panel. Preferred Practice Pattern Guidelines. Primary open-angle glaucoma. San Francisco, CA: American Academy of Ophtalmology; 2010. Disponible en: [www.aaofppp](http://www.aaofppp)
9. Azona-Cruz, M., Ríos Lobo, M., & Amador-Jiménez, S. (2015). Glaucoma: Aspectos relevantes para la detección oportuna. *Salud y Administración*, *2*(4), 23–35. Retrieved from [http://www.unsis.edu.mx/revista/doc/vol2num4/A3\\_Glaucoma.pdf](http://www.unsis.edu.mx/revista/doc/vol2num4/A3_Glaucoma.pdf)
10. Irvine AR, Kaufman HE. Intraolar pressure following penetrating keratoplasty. *Am J Ophthalmol* 1969; *68*(5): 835–844.
11. Franca ET, Arcieri ES, Arcieri RS, Rocha FJ. A study of glaucoma after penetrating keratoplasty. *Cornea* 2002; *21*(3): 284–288.
12. Kirkness CM, Ficker LA. Risk factors for the development of postkeratoplasty glaucoma. *Cornea* 1992; *11*(5): 427–432.

13. Simmons RB, Stern RA, Teekhasaene C, Kenyon KR. Elevated intraocular pressure following penetrating keratoplasty. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1989; 87: 79–91; discussion 3.
14. Rojas-alvarez, E., Estrada, D. A. M. M. De, & González-sotero, D. J. (2010). Hipertensión ocular postqueratoplastía, *84*(1), 30–33.
15. Foulks G. Glaucoma associated with penetrating keratoplasty. *Ophthalmol* 1987; 94(7):871-874.
16. Van Meter WS, Allen RC, Waring III GO, Stulting RD. Laser trabeculoplasty for glaucoma in aphakic and pseudophakic eyes after penetrating keratoplasty. *Arch Ophthalmol* 1988; 106(2): 185–188.
17. Xie, L., Shi, W., Liu, J., Li, S., & Cao, J. (2000). Secondary glaucoma after penetrating keratoplasty. [*Zhonghua Yan Ke Za Zhi*] *Chinese Journal of Ophthalmology*, 36(2), 116–118. <https://doi.org/10.22336/rjo.2017.30>
18. Ocakoglu O, Arslan OS, Kayiran A. Diode laser transscleral cyclophotocoagulation for the treatment of refractory glaucoma after penetrating keratoplasty. *Curr Eye Res* 2005; 30(7): 569–574.
19. Ayyala RS, Pieroth L, Vinals AF, Goldstein MH, Schuman JS, Netland PA et al. Comparison of mitomycin C trabeculectomy, glaucoma drainage device implantation, and laser neodymium:YAG cyclophotocoagulation in the management of intractable glaucoma after penetrating keratoplasty. *Ophthalmology* 1998; 105(8): 1550–1556.
20. Carrillo MM, Trope GE, Chipman ML, Buys YM. Repeated use of transscleral cyclophotocoagulation laser G-probes. *J Glaucoma*. 2004 Feb;13(1):51–4.
21. Ueda N, Obana A, Miki T. Treatment parameters for the efficacy of transscleral cyclophotocoagulation in rabbits using a diode laser. *Jpn J Ophthalmol*. 2000 Jun;44(3):205–13.
22. Harrington JT, McMullen RJ, Cullen JM, Campbell NB, Gilger BC. Diode laser endoscopic cyclophotocoagulation in the normal equine eye. *Vet Ophthalmol*. 2013 Mar;16(2):97–110.
23. Láser diodo según estratificación del riesgo Autor, C. LA, David Paulo Trujillo Dirigida por, J., & José Maldonado López, M. (2016). Análisis De Un Protocolo Para La Cclofotocoagulación Láser Diodo Según la Estratificación del Riesgo.
24. Aquino, M. C. D., Barton, K., Tan, A. M. W., Sng, C., Li, X., Loon, S. C., & Chew, P. T. (2014). *Micropulse versus continuous wave transscleral diode cyclophotocoagulation in refractory glaucoma: a randomized exploratory study*. *Clinical & Experimental Ophthalmology*, 43(1), 40–46. doi:10.1111/ceo.12360.
25. Sanchez, F.G.; Lerner, F.; Sampaolesi, J.; Noecker, R.; Becerra, N.; Iribarren, G.; Grippo, T.M. (2018). *Eficacia y seguridad de la ciclofotocoagulación transescleral con micropulsos en el*



*tratamiento del glaucoma. Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología, 93(12), 573–579.*doi:10.1016/j.ofal.2018.08.003

26. Anna M Tan; Muthuraman Chockalingam; Maria C Aquino; Zena I-L Lim; Jovina L-S See; Paul TK Chew (2010).*Micropulse transscleral diode laser cyclophotocoagulation in the treatment of refractory glaucoma. , 38(3), 0– 0.*doi:10.1111/j.1442-9071.2010.02238.x
27. Williams A, Moster M, Rahmatnejad K, Reynolds MJ, Kuchar S, Waisbourd M. Clinical efficacy of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in advanced glaucoma. Presented at: AGS 2017 Mar 2-5; Coronado, CA.
28. Vernon SA, Koppens JM, Menon GJ, Negi AK. Diode laser cycloablation in adult glaucoma: long-term results of a standard protocol and review of current literature. *Clin Experiment Ophthalmol.* 2006 Jul;34(5):411–20.
29. Ishida K. Update on results and complications of cyclophotocoagulation. *Curr Opin Ophthalmol.* 2013 Mar;24(2):102–10.
30. Walland MJ. Diode laser cyclophotocoagulation: longer term follow up of a standardized treatment protocol. *Clin Experiment Ophthalmol.* 2000 Aug;28(4):263– 7.